

Kraft-Wärme-Kopplung in der Praxis II

Weitere Beispiele zum wirtschaftlichen und ökologischen Einsatz

Inhalt

Zum Nachmachen empfohlen!	4
KWK.NRW – Strom trifft Wärme	5
Das Prinzip Kraft-Wärme-Kopplung	6
Innovative KWK-Lösungen	7
Industrielle Abwärme	8
Praxisbeispiele zur Quartiersversorgung	
RUB erzeugt effiziente und umweltfreundliche Wärme gemeinsam mit den Stadtwerken Bochum	10
Kraft-Wärme-Kopplung flexibel und virtuell in Krefeld	11
Flexible Nahwärmeinsel in Barmingholten durch KWK	12
Künstliche Intelligenz in der Energieversorgung in Kempen	13
Hocheffizientes Gas- und Dampf-Kraftwerk entsteht in Herne	14
Versorgungssicherheit für Duisburg durch Fernwärmespeicher	15
„Talwärme“: Wuppertal spart Kohle-Heizkraftwerk ein	16
Heizkraftwerk Melaten versorgt Aachener Westen mit Energie	17
Praxisbeispiele für Industrieanwendungen	
KWKK in Herforder Schokoladenfabrik	18
Harsewinkel: Effizienzsteigerung in der Wurstproduktion	19
Paderborn: Kraft-Wärme-Kopplung aus der Mikrogasturbine	20
Lindlar: Betriebsinterne Abwärme für die Pulverbeschichtung	21
Praxisbeispiele zur Objektversorgung	
Brennstoffzelle für den Hausgebrauch	22
Mobile Abwärme für das Olympiabad Ennigerloh	23
Flexibilisierung von KWK durch Batteriespeicher im EFH	24
Praxisbeispiele für Innovative Lösungen	
Innovatives KWK-System in Lippstadt	25
Biomethan-BHKW arbeitet nachhaltig und wirtschaftlich in Dinslaken	26
Düren: Kraft-Wärme-Kopplung wörtlich genommen	27
Hocheffiziente Mikro-Dampfturbine zur Eigenstromerzeugung	28
Besonders geringe Schadstoffe dank Lambda-1 Technologie	29
Digitale Infrastruktur für dezentrale KWK	30

Zum Nachmachen empfohlen!



Liebe KWK-Freunde – und die es noch werden wollen,

die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist für die Erreichung der Klimaziele eine unverzichtbare Technologie, denn mit der gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme wird der eingesetzte Brennstoff bzw. die eingesetzte Primärenergie deutlich besser ausgenutzt als bei einer getrennten Erzeugung.

Die Kampagne „KWK.NRW – Strom trifft Wärme“ ist daher mit vielen Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Verbänden und Interessensvertretungen gemeinsam in Nordrhein-Westfalen unterwegs, um die KWK in unserem Land bekannter zu machen. Denn so einfach und effizient das Prinzip der KWK auch ist – so wichtiger ist es immer wieder auf diese Effizienzvorteile hinzuweisen.

Auch in der 2. Auflage unserer Broschüre „Kraft-Wärme-Kopplung in der Praxis“ haben wir für Sie wieder interessante Projekte rund um die KWK, Nah- und Fernwärme zusammengestellt, die zum Nachmachen anregen: Im Mittelpunkt stehen neben der großen Bandbreite von Einsatzmöglichkeiten auch innovative Konzepte zur Flexibilisierung und Digitalisierung.

Ich bin mir sicher: Eines dieser Projekte könnte auch bei Ihnen passen!

Margit Thomeczek

Leiterin der Kampagne KWK.NRW – Strom trifft Wärme

KWK.NRW – Strom trifft Wärme

Effizient und zukunftssicher

Einmal Energie aufwenden, zweimal profitieren – das ist das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Wurden Strom und nutzbare Wärme bislang meist getrennt erzeugt, verbindet die Kraft-Wärme-Kopplung diese Prozesse – mit dem Ergebnis, dass insgesamt weniger Brennstoff benötigt wird.

Kraft-Wärme-Kopplung ist damit das effizienteste Prinzip zur energetischen Nutzung von Brennstoffen, gleich ob fossil oder erneuerbar. Ihre Anwendung bietet für Klimaschutz und Ressourcenschonung enorme Potenziale. Der vermehrte Einsatz trägt dazu bei, die CO₂-Emissionen herabzusetzen und den Bedarf an Primärenergie zu verringern.

Die Kampagne „KWK.NRW – Strom trifft Wärme“ der EnergieAgentur.NRW hat das Ziel, die Kraft-Wärme-Kopplung und ihren Nutzen in den Fokus der Öffentlichkeit zu rücken sowie den Einsatz der Technologie zu unterstützen. Unter

dem Dach der Kampagne werden die Akteure der Branche zusammengebracht, um die Aktivitäten und Maßnahmen im Bereich KWK zu bündeln und zu intensivieren.

Im Fokus der Kampagne steht das gesamte Spektrum der KWK: Es reicht von dezentralen Mini- und Mikro-KWK-Anlagen z.B. für Einfamilienhäuser über eine komplette Energieversorgung durch Blockheizkraftwerke (BHKW) für Unternehmen oder Verwaltungen bis hin zur Fernwärmeversorgung in Ballungsgebieten.

In dieser Broschüre werden anhand von verschiedenen Praxisbeispielen die Vielzahl der Einsatzgebiete und die unterschiedlichen Kraft-Wärme-Kopplungs-Technologien dargestellt. Alle Beispiele zeichnen sich durch einen nachhaltigen Einsatz der KWK aus und sind somit ein wichtiger Aspekt der Energiewende.



Das Prinzip Kraft-Wärme-Kopplung Strom und Wärme gleichzeitig erzeugen

Strom- und Wärmeerzeugung sind derzeit weitgehend getrennte Vorgänge. Die Wärme, die bei der Energieerzeugung in großen Kraftwerken entsteht, wird nicht überall ausgekoppelt und per Nah- oder Fernwärme auch zum Heizen genutzt. In Kraftwerken, in denen es diese Auskopplung nicht gibt, werden nur 40 bis 60 Prozent der eingesetzten Primärenergie in Strom umgewandelt. Das heißt 40 bis 60 Prozent werden ungenutzt durch den Kühlturm abgegeben. Durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) lässt sich der Gesamtnutzungsgrad der eingesetzten Energie auf 80 bis 90 Prozent steigern, wodurch sich Einsparungen von bis zu 40 Prozent gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme realisieren lassen.

Gleiches gilt für Unternehmen, die ihren Wärmebedarf durch einen herkömmlichen gasbefeuerten Kessel decken. Eine kombinierte Strom und Wärmeerzeugung durch KWK bietet auch hier viel Potenzial zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung.

Für wen lohnt sich KWK?

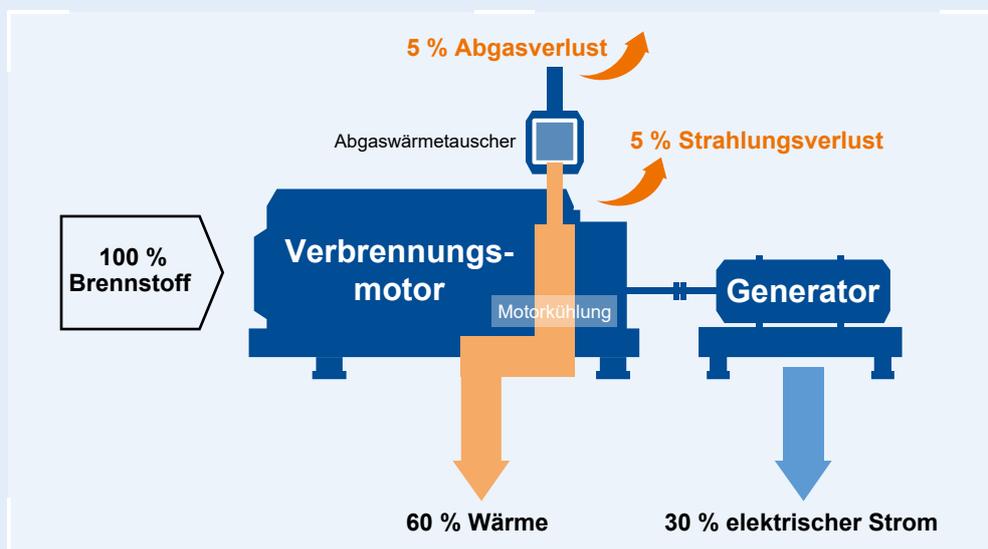
Kraft-Wärme-Kopplung lohnt sich für Unternehmen, Kommunen und Privatpersonen, die kontinuierlich einen gleichzeitigen Bedarf an Strom und Wärme bzw. Kälte

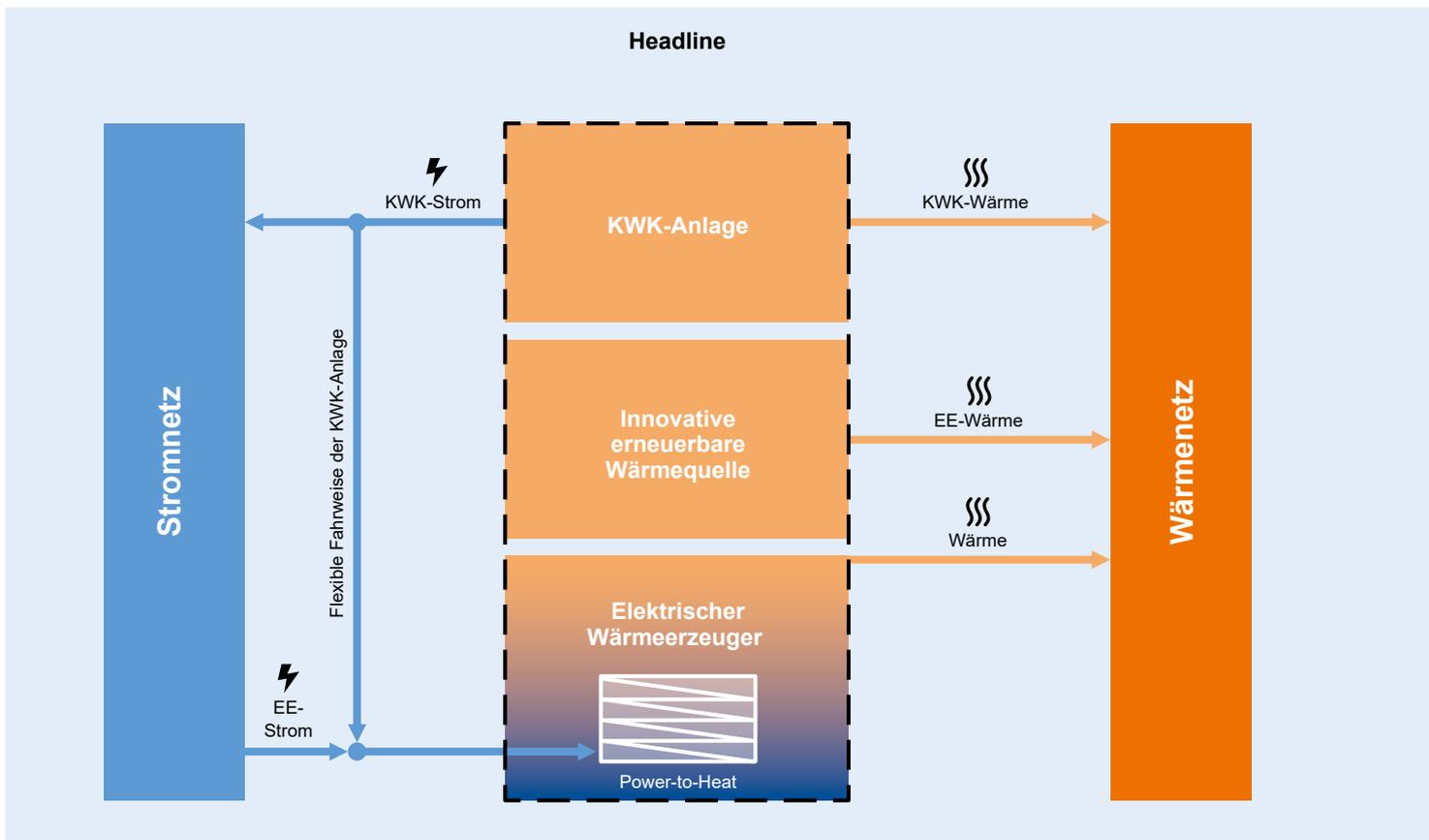
haben – insbesondere dann, wenn beispielsweise durch den Bedarf an Prozesswärme oder Warmwasser eine hohe Wärmegrundlast gegeben ist. KWK wird noch attraktiver, wenn möglichst viel des erzeugten Stroms selbst verbraucht wird. Je teurer der Strom ist, desto wirtschaftlicher ist der Eigenverbrauch für den KWK-Betreiber. Durch die Einbindung von Speichern besteht die Möglichkeit, die KWK-Anlage noch flexibler zu machen und so etwaige Schwankungen im Energiebedarf auszugleichen.

So funktioniert KWK

Die Kraft-Wärme-Kopplung erfolgt in den meisten Fällen durch Verbrennungsmotoren, Gas- und/oder Dampfturbinen in Verbindung mit einem Generator. Aber auch Dampfmaschinen, Stirlingmotoren oder ORC (Organic Rankine Cycle)-Anlagen können nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung arbeiten. Der Strom wird dabei über einen Generator produziert, der durch die Verbrennung des Energieträgers und den damit angetriebenen Motor gekoppelt ist. Die bei diesem Prozess entstehende Abwärme wird bei der KWK mit Hilfe von Wärmetauschern, beispielsweise im Abgasstrom oder in der Motorkühlung, aufgefangen und so nutzbar gemacht.

Energiebilanz eines Blockheizkraftwerkes





Innovative KWK-Lösungen

Neben den oben genannten klassischen KWK-Technologien gibt es weitere Installationen, die durch KWK hocheffizient Strom und Wärme gleichzeitig bereitstellen. Bei einer Brennstoffzelle wird Wasserstoff als Brennstoff chemisch mit Sauerstoff zu Wasser umgesetzt. Dabei entstehen sowohl Strom als auch Wärme. Eingesetzt werden Brennstoffzellen als sogenannte „Strom produzierende Heizung“, beispielsweise in Ein- und Zweifamilienhäusern oder auch zur Objektversorgung im Gewerbe. Mehrere Brennstoffzellen können auch zu einem „Stack“ montiert werden und dadurch größere Leistungen für industrielle Anwendungen bereitstellen.

Die zunehmende Bedeutung der Sektorenkopplung und die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung bieten weitere Möglichkeiten innovative KWK-Lösungen zu platzieren. Seit 2018 werden sogenannte „innovative KWK-Systeme“ (iKWK) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) per Ausschreibung gefördert.

Diese Systeme bestehen aus mindestens je einer KWK-Anlage, einer Anlage zur Bereitstellung von erneuerbarer Wärme (bspw. Solarthermie) und einem elektrischen Wärmeerzeuger. Die Konfiguration des Systems ermöglicht es durch eine flexible Fahrweise der KWK-Anlage, im Zusammenspiel mit der erneuerbaren Wärmequelle und dem elektrischen Wärmeerzeuger, maximal flexibel auf etwaige fluktuierende Stromeinspeisungen durch Windenergieanlagen oder Photovoltaikanlagen zu reagieren. Zeitgleich wird der Anteil an erneuerbarer Wärme bei der Wärmeversorgung durch die iKWK-Anlage erhöht, wodurch der Einsatz von fossilen Brennstoffen reduziert wird. Somit trägt die KWK-Technologie auch weiterhin zu einer sicheren und nachhaltigen Energieversorgung bei.

Industrielle Abwärme

Als industrielle Abwärme wird Wärme bezeichnet, die in einem industriellen Prozess als Nebenprodukt anfällt. Oft wird sie ungenutzt an die Umgebung abgegeben. Die thermische Nutzung dieses Nebenprodukts bietet große Potenziale zur Minderung der CO₂-Emissionen in der Industrie.

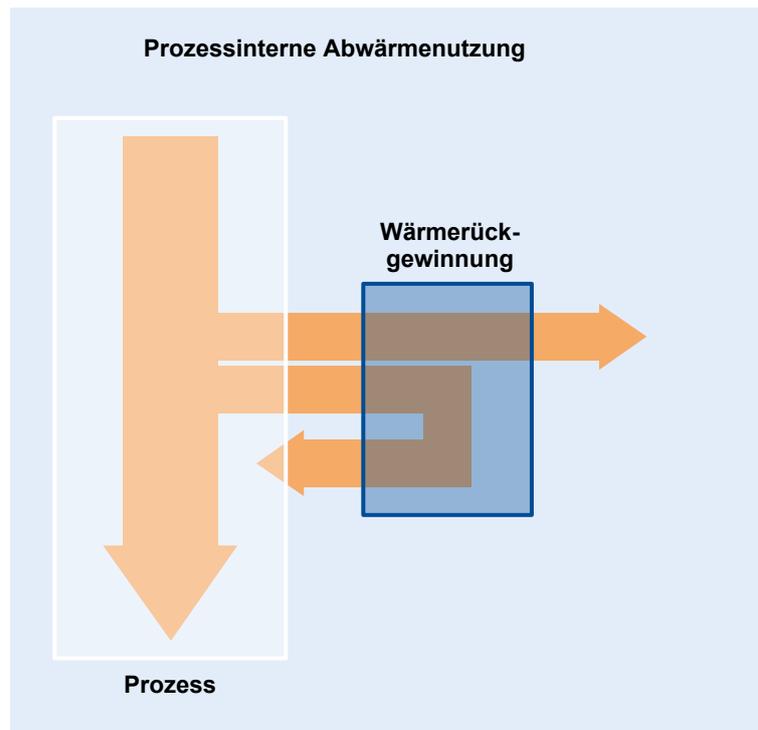
Ursachen für die Emission von Wärme können sowohl thermodynamische Beschränkungen als auch ineffiziente Technologien oder Prozessführungen sein. Durch die Optimierung der Prozessführung kann zunächst die Entstehung von Abwärme verhindert werden. Ist dies nicht weiter möglich, sollte eine Abwärmenutzung angestrebt werden.

Interne Abwärmenutzung

Die interne Abwärmenutzung wird in prozessinterne und betriebsinterne Abwärmenutzung unterteilt. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass die Wärme innerhalb der Betriebsgrenzen genutzt wird. So wirken sich geringe Distanzen positiv auf den Wärmeverlust aus und externe Abhängigkeiten werden vermieden.

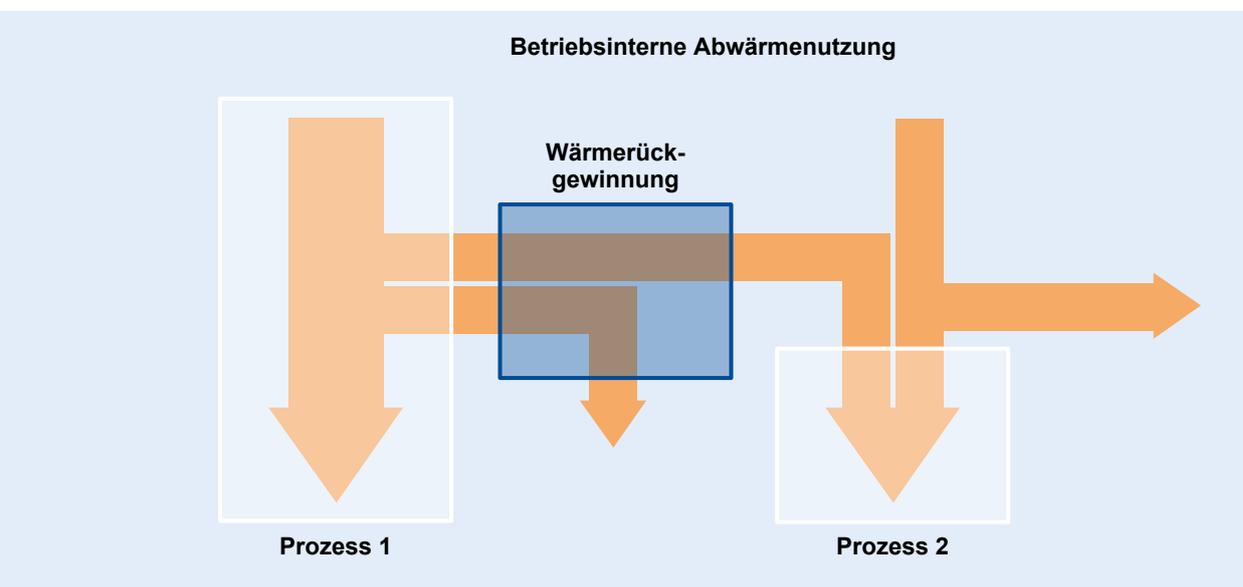
Bei der prozessinternen Abwärmenutzung wird die Wärme mithilfe einer Wärmerückgewinnung in den Prozess zurückgeführt, in dem sie entsteht.

Bei der betriebsinternen Abwärmenutzung wird die Abwärme hingegen einem anderen Prozess innerhalb des Betriebs zugeführt, wodurch ebenfalls interne Energieeinsparungen erzielt werden.

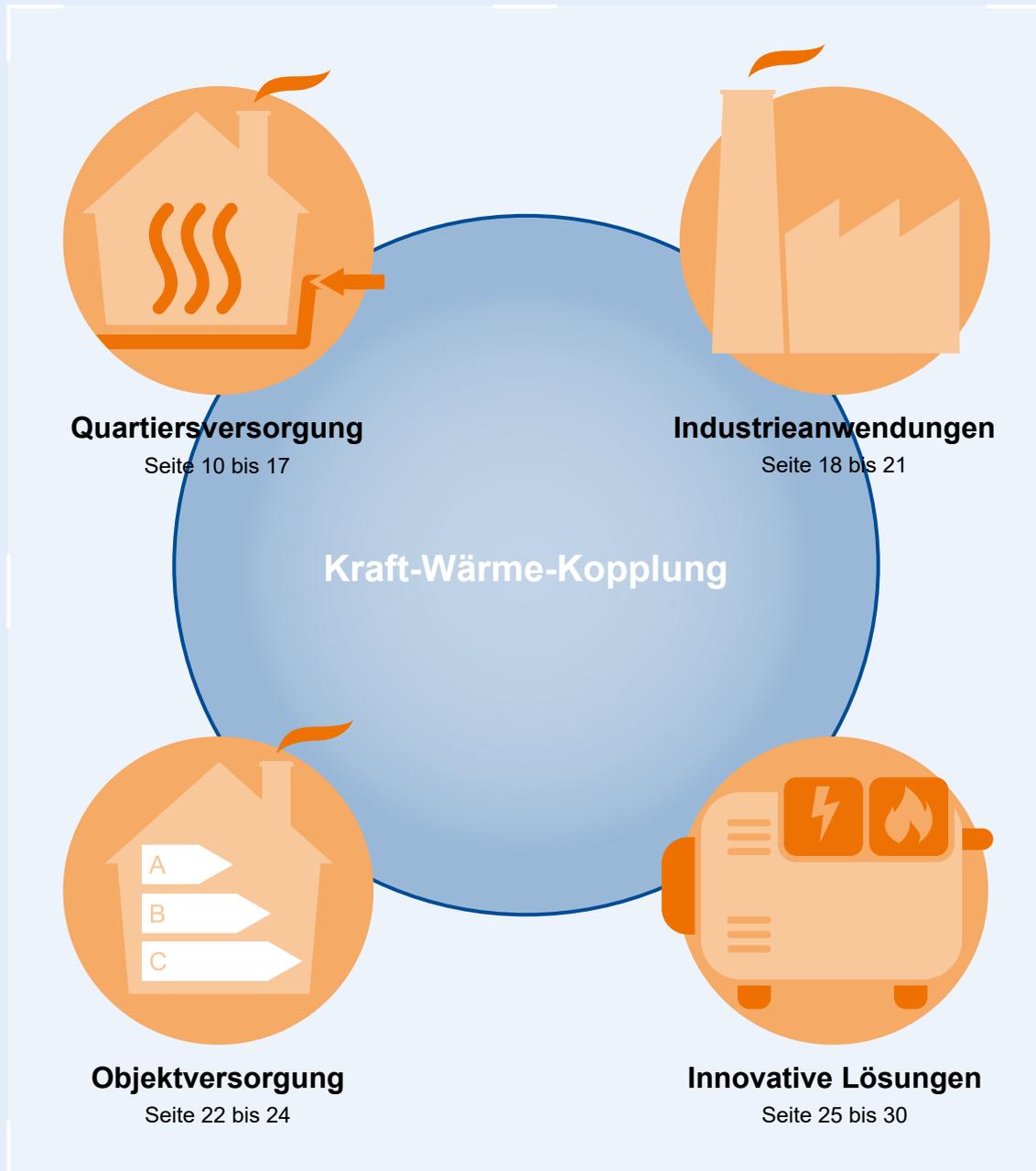


Externe Abwärmenutzung

Bei der externen Abwärmenutzung wird die Wärme über die Betriebsgrenzen transportiert. So kann sie beispielsweise in ein lokales Nahwärmenetz eingespeist werden, wodurch die Abwärme sinnvoll genutzt wird. Des Weiteren ist auch die Einspeisung von industrieller Abwärme ins Fernwärmenetz möglich, wodurch eine überregionale Wärmeversorgung realisiert wird. Die Integration von Abwärmequellen in das bestehende Fernwärmesystem bietet auch dann eine Option, wenn in räumlicher Nähe nicht ausreichende Wärmesenken vorhanden sind.



Praxisbeispiele





RUB erzeugt effiziente und umweltfreundliche Wärme gemeinsam mit den Stadtwerken Bochum

Seit November 2018 wird an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) nicht nur studiert, sondern auch Energie produziert. Die RUB und die Stadtwerke Bochum sind zu je 50 Prozent an der unique Wärme GmbH & Co. KG beteiligt und liefern als gemeinsame Gesellschafter Strom und Wärme.

Aufgrund auslaufender Wärmebezugsverträge hat sich die RUB dazu entschlossen, gemeinsam mit den Stadtwerken Bochum, die benötigte Wärme und Teile des Stroms selber und dazu noch umweltfreundlicher als bisher zu erzeugen. Jetzt beliefert die unique Wärme den Bochumer Süden und zudem den gesamten Campus der Ruhr-Universität Bochum, auf dem rund 5.600 Beschäftigte und ca. 43.000 Studierende arbeiten, mit Wärme aus eigener Energieproduktion. Darüber hinaus versorgt das neue Heizkraftwerk direkt vom Campus aus die FUW GmbH, eine Beteiligungsgesellschaft der Stadtwerke, die Wärme für über 5.000 Wohneinheiten in Bochum-Querenburg bezieht.

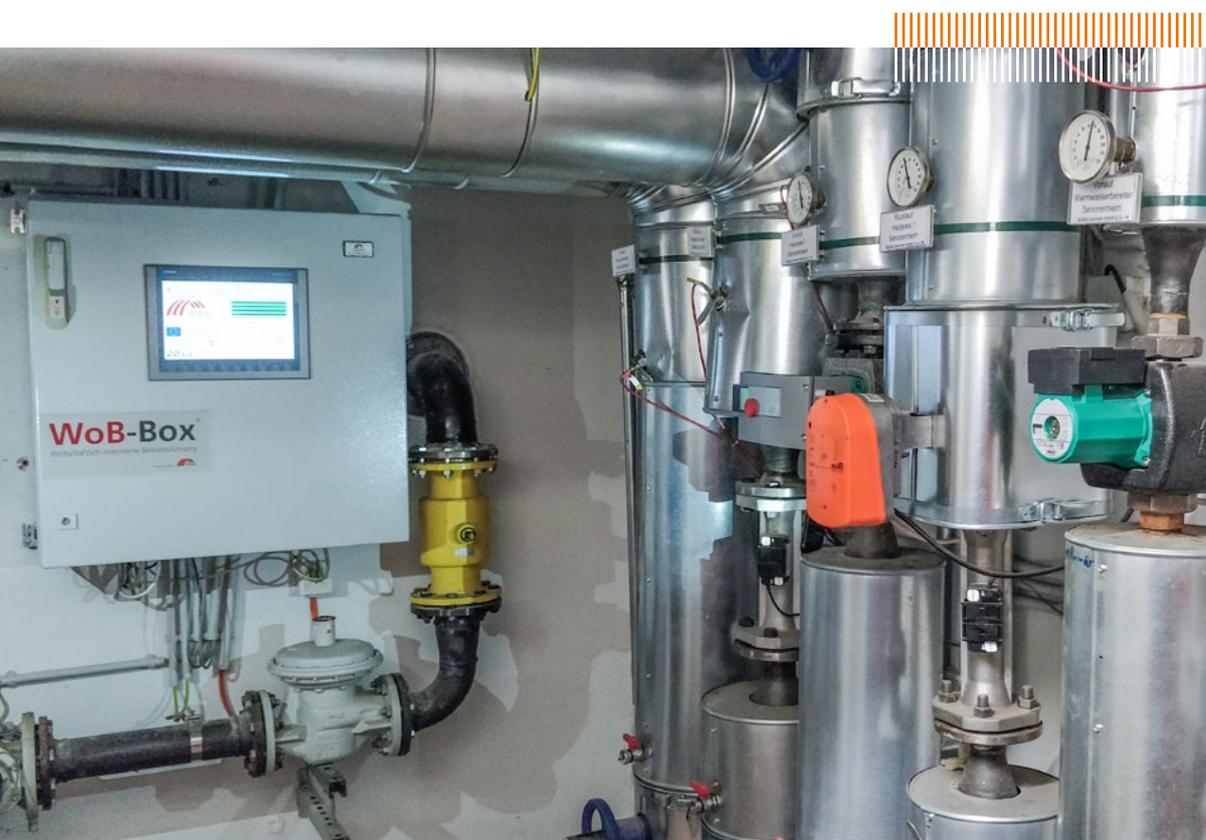
Mit Beginn der Wärmeproduktion nahmen zunächst drei Erdgaskessel mit jeweils 35 MW thermischer Leistung ihre Arbeit auf. Im Laufe der Heizperiode wurden dann die beiden Blockheizkraftwerke (BHKW), welche das Herzstück der Anlage darstellen, zugeschaltet. Mit elektrischen und thermischen Leistungen von jeweils etwa 4,5 MW erzeugen sie umweltfreundlich Strom und Wärme mittels Kraft-Wärme-Kopplung.

Gegenüber der bisherigen Situation wird die Wärme- und Stromversorgung für den Bochumer Süden dadurch jetzt effizienter und umweltfreundlicher.

Durch den Bau des neuen Heizkraftwerkes hat die Ruhr-Universität Bochum eine Entwicklung vom Energieverbraucher zum Energieproduzenten vollzogen und mehr Energie-Autonomie erreicht. Zukünftig werden dadurch rund 26.000 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart.

Projektdaten

- Betreiber: unique Wärme GmbH & Co. KG
- Hersteller BHKW: MWM
- Leistung BHKW: je 4,5 MW_{el}, je 4,5 MW_{th}
- Erdgaskessel: je 35 MW
- CO₂-Einsparung: 26.000 t/a
- Investition: ca. 30 Mio. Euro



Kraft-Wärme-Kopplung flexibel und virtuell in Krefeld

Bislang werden BHKW in kleinen bis mittelgroßen Gebäuden bei möglichst kleiner Anlagenauslegung meist für möglichst viele Stunden im Jahr unter Volllast betrieben. Diese Einschränkung wird beim virtuellen Kraftwerk in Krefeld überwunden. Hier steht nicht mehr allein der Wärmebedarf des Hauses im Vordergrund, sondern das Konzept einer wirtschaftlich optimierten Betriebsführung.

Mithilfe intelligenter Technik werden bereits heute dezentrale Mini-KWK-Systeme in die Gebäudeenergieversorgung und zugleich auch in den Energiemarkt integriert. Die Vernetzung der einzelnen KWK-Anlagen bringt viele Vorteile mit sich: Für die Mieter reduzieren sich die Kosten für Stromtransport, Umlagen und Steuern. Zudem kommt es zu einer höheren Eigennutzung des KWK-Stroms und zu Einspeiseerlösen, die deutlich über dem KWK-Index liegen.

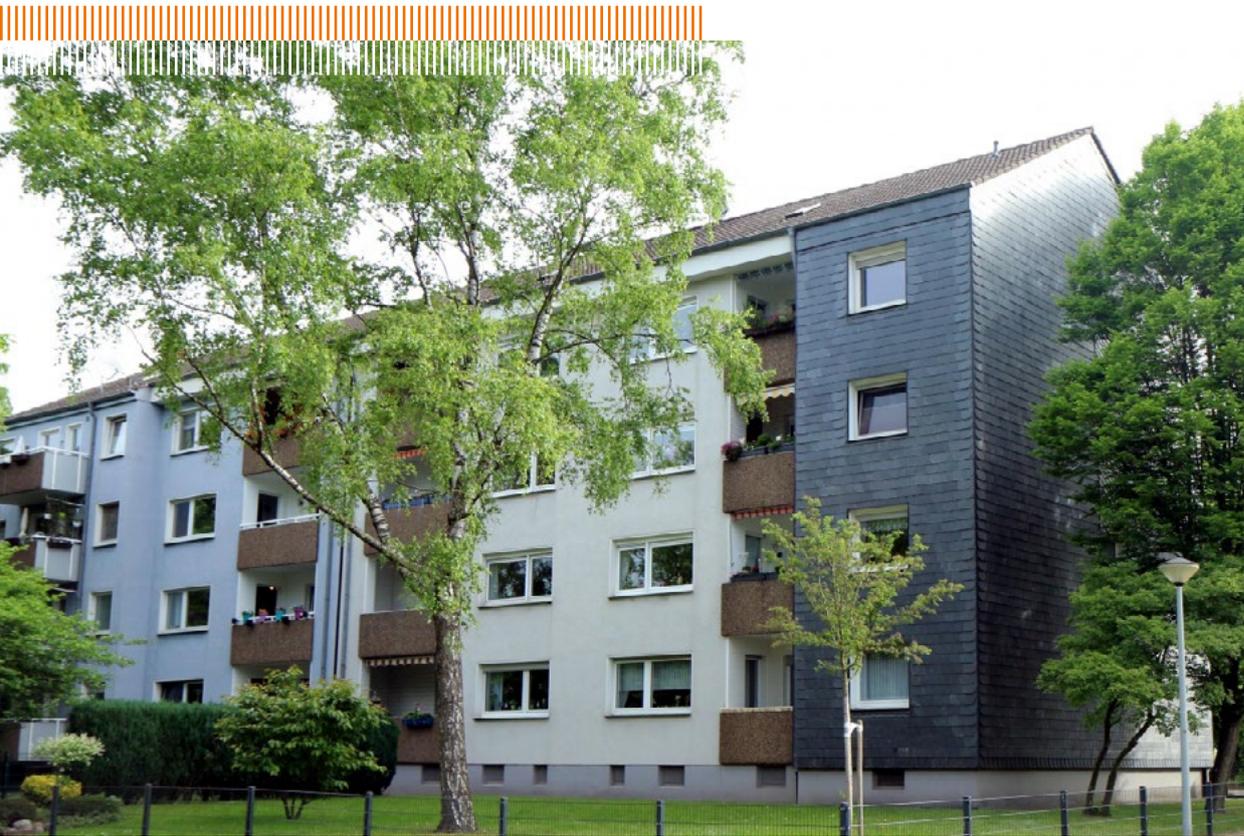
Das intelligente Wärme-Management-System berücksichtigt unterschiedlichste Einflussgrößen wie die aktuellen und die prognostizierten Strom- und Wärmeverbräuche sowie Gas- und Strompreise. Auch technische Parameter wie z. B. Wirkungsgrade und Mindestbetriebsdauer der KWK-Anlagen laufen zusammen in eine wirtschaftlich optimierte Einsatzplanung. Dabei hilft der Einsatz von Wärmespeichern vor allem die Flexibilität auf der Wärmeseite zu erhöhen. Versorgungssicherheit bei gleichzeitiger Kesselverdrängung ist das Ergebnis.

Es zeigt sich, dass auch größere KWK-Anlagen mit wenig Vollbenutzungsstunden von ca. 3.000 h/a dank der wirtschaftlich optimierten Betriebsweise über die Abschreibungszeit oft deutlich wirtschaftlicher sind als die konventionellen „Dauerläufer“.

Initial wurde dieser Ansatz für das Krefelder Fernwärmenetz entwickelt und im Rahmen des Forschungsvorhabens der KWK-Modellkommune NRW für Industrie, Gewerbe und Haushalte adaptiert. Seit 2014 werden alle Erzeugungsanlagen im Krefelder Fernwärmenetz im Verbund optimiert und neuerdings erhalten auch Erzeugungsanlagen anderer Stadtwerke diese wirtschaftliche Betriebsführung. Bereits heute können Interessenten die Einsatzplanung erwerben und von einer deutlich erhöhten Anlagenwirtschaftlichkeit profitieren.

Projektdaten

- Betreiber: SWK Energie GmbH
- Leistung BHKW: 22 - 2.000 kW_{el}, 50 - 40.000 kW_{th}
- Anzahl Anlagen im virtuellen Kraftwerk: 12
- Anzahl Speicher: 12
- Versorgte Wohneinheiten: ca. 8.750



Flexible Nahwärmeinsel in Barmingholten durch KWK

Im Oberhausener Ortsteil Barmingholten werden seit Dezember 2016 rund 200 Wohneinheiten auf innovative Weise mit Strom und Wärme versorgt. Das Besondere an der Versorgung ist die Kombination eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) mit einem großen Wärmespeicher, einer Power-to-Heat-Anlage (P2H) und einer wissenschaftlich basierten Systemsteuerung. Das vorhandene Wärmenetz wurde so umgebaut, dass die Siedlung sich zu einer flexiblen Nahwärmeinsel entwickelt hat. Es wird Strom produziert, wenn er in der Region benötigt wird, wodurch Versorgungslücken geschlossen werden. Netzüberlastungen werden wiederum durch die P2H-Anlage mit 530 kW_{el} ausgeglichen. Die dabei entstehende Wärme wird gespeichert und steht zur Gebäudeversorgung zur Verfügung. Während bislang möglichst lange Laufzeiten für den wirtschaftlichen Betrieb eines BHKW notwendig waren, hat eine „Flex-KWK“-Anlage zukünftig das Potenzial auch bei geringeren Betriebsstunden ökonomisch zu arbeiten.

Kernelemente in Barmingholten sind ein BHKW mit einer Leistung von 532 kW_{el} und 680 kW_{th} sowie ein Wärmespeicher mit 66 m³. Gemeinsam ersetzen sie die zwei früheren Gaskessel mit einer Heizlast von 1.150 kW_{th} und realisierten in 2018 einen KWK-Anteil an der Wärmeversorgung von ca. 84 Prozent, was deutlich über bisher typischen BHKW-Systemen liegt.

Nach den ersten 2,5 Betriebsjahren hat eine Auswertung der Betriebsdaten ergeben, dass bisher insgesamt 3,35 Mio. kWh Strom in 6.600 Betriebsstunden erzeugt wurden. Dabei betrug die durchschnittliche Leistung ca. 520 kW_{el} und die Laufzeit pro Start deutlich über drei Stunden. Die CO₂-Einsparung allein durch den BHKW-Betrieb lag bei ca. 400 Tonnen CO₂ im Jahr 2017 und ca. 480 Tonnen im Jahr 2018. Durch den großzügig dimensionierten Wärmespeicher und die intelligente Systemsteuerung konnten die Anforderungen des Strommarktes an einen flexiblen Anlagenbetrieb mit den Bedingungen für einen verschleißarmen, wirtschaftlichen und besonders effizienten Betrieb in Einklang gebracht werden.

Das Projektvolumen beträgt 1,5 Millionen Euro, es wird mit ca. 1 Million Euro vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

Projektdaten

- Betreiber: Energieversorgung Oberhausen AG
- Projektpartner: Fraunhofer UMSICHT
- Hersteller: SOKRATHERM GmbH
- Leistung BHKW: 532 kW_{el}, 680 kW_{th}
- Leistung P2H: 530 kW_{el}
- Wärmespeicher: 66 m³
- CO₂-Einsparung: bisher über 880 t
- Investition: 1,5 Mio. Euro
- Fördersumme: 1 Mio. Euro (BMWi)



Künstliche Intelligenz in der Energieversorgung in Kempen

Die Stadtwerke Kempen setzen im Neubaugebiet „Auf dem Zanger“ mit rund 100 Wohneinheiten auf eine innovative Energieversorgung. In Zusammenarbeit mit der Hochschule Düsseldorf wurde das Forschungsprojekt „BestHeatNet“ entwickelt und umgesetzt. Hierdurch wird das Neubaugebiet für fünf Jahre zum Reallabor.

Die Energiebereitstellung erfolgt über eine Energiezentrale, welche das Gebiet mit Strom und Wärme versorgt. Dabei setzen die Stadtwerke Kempen gleich mehrere nachhaltige Technologien ein, die in das lokale Nahwärmenetz einspeisen. Dazu zählen solarthermische Kollektoren zur Wärmeerzeugung aus Sonnenenergie, eine Wärmepumpe zur Nutzung der Erdwärme, ein gasbetriebenes Blockheizkraftwerk, welches Strom und Wärme effizient produziert, eine Power-to-Heat-Anlage (P2H) sowie ein Wärmespeicher.

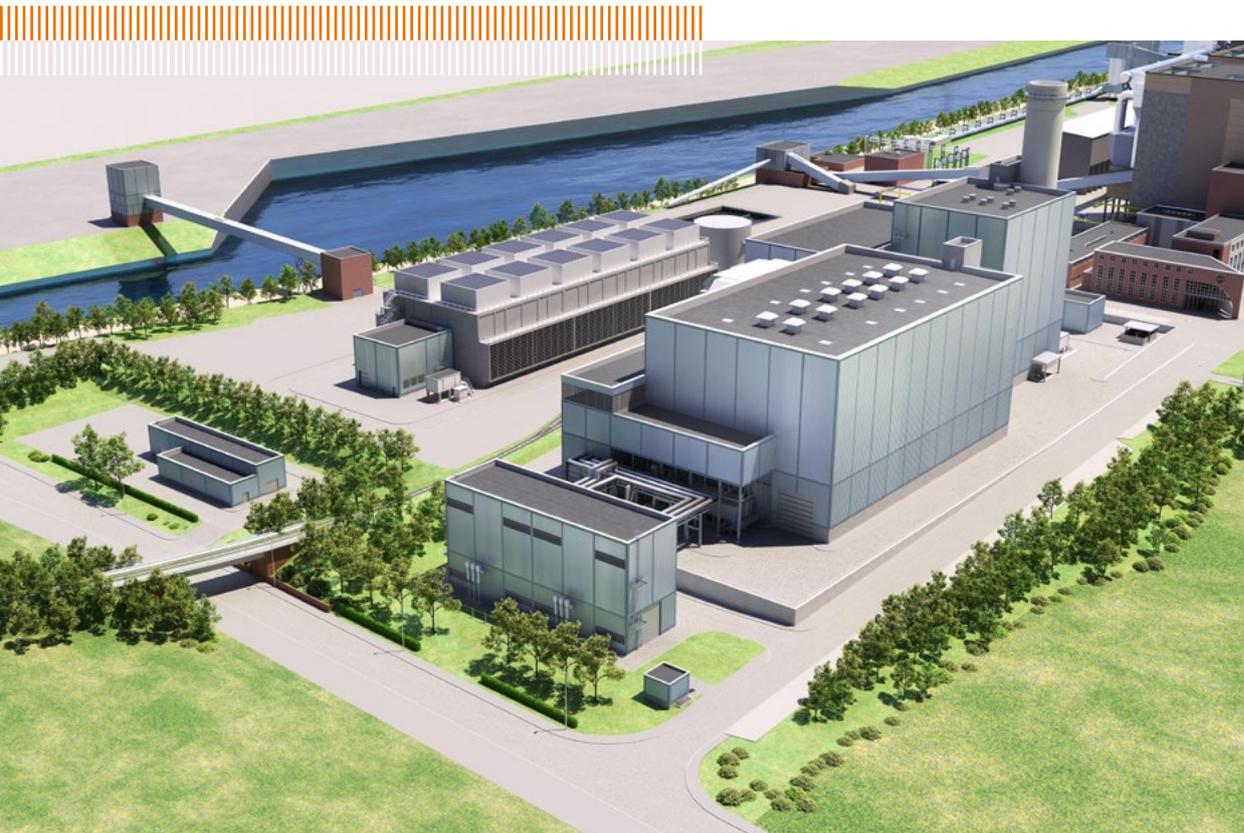
Der besondere innovative Charakter der Energieversorgung liegt in der Steuerung der einzelnen Technologien. Mithilfe von künstlicher Intelligenz werden alle Elemente über ein neuronales Netz miteinander verbunden. Diese Verschaltung sorgt dafür, dass das System flexibel auf sich verändernde Bedingungen, beispielweise die fluktuierende Bereitstellung von solarer Energie oder schwankenden Energieverbräuchen, reagiert. Dazu kann es die einzelnen Elemente der Energiezentrale nach Bedarf zu- oder abschalten, wodurch sich zu jederzeit der bestmögliche Betriebszustand einstellt. Das selbstlernende System im

Quartier „Auf dem Zanger“ soll als Blaupause dienen. Die Erkenntnisse aus dem Projekt sollen in Kooperation mit der Hochschule Düsseldorf auf bereits geplante, größere Wärmenetze der Stadtwerke Kempen übertragen werden.

Für das aktuelle Projekt werden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) rund 1,2 Millionen Euro an Fördergeldern bereitgestellt, inkl. 154.000 Euro für die innovative Anlagentechnik.

Projektdaten

- Betreiber: Stadtwerke Kempen GmbH
- Projektpartner: Hochschule Düsseldorf
- Projektbeginn: 12/2018
- Projektlaufzeit: 5 Jahre
- Eingesetzte Technologien: KWK, Solarthermie, P2H, Geothermie
- Leistung BHKW: 50 kW_{el}, 82 kW_{th}
- Leistung Solarthermie: 200 kW_{th}
- Leistung Wärmepumpe: 52 kW_{th}
- Leistung P2H: 30 kW_{th}
- Leistung Spitzenlastkessel: 800 kW_{th}
- Wohneinheiten: 130
- Investition: 1,6 Mio. Euro
- Fördersumme: 1,2 Mio. Euro (BMWi)



Hocheffizientes Gas- und Dampf-Kraftwerk entsteht in Herne

Am Kraftwerksstandort Herne-Baukau errichtet die STEAG gemeinsam mit dem Projektpartner Siemens eines der modernsten Gas- und Dampfkraftwerke (GuD) weltweit. Beide Partner investieren einen mittleren dreistelligen Millionenbetrag. Im Januar 2019 haben bereits die ersten vorbereitenden Arbeiten für den Neubau des Blocks Herne 6 begonnen. Mit der Fertigstellung wird Ende des Jahres 2022 gerechnet. Gebaut wird die schlüsselfertige Anlage von Siemens, die sich mit 50 Prozent an der GuD Herne GmbH beteiligt und langfristig mit der Wartung beauftragt ist.

Die Anlage wird mit einer Leistung von 600 MW_{el} und einer gleichzeitig erzeugten Wärmemenge von 400 MW_{th} einer der modernsten ihrer Art sein. Und das ist einzigartig: Erstmals werden 400 MW_{th} aus einem einzigen Kraftwerksblock für Fernwärme zur Verfügung gestellt. Damit kann die STEAG Fernwärmetochter vom Standort Herne als zentralen Einspeisepunkt für die Fernwärmeschiene Ruhr rund 250.000 Wohnungen in den Städten Gelsenkirchen, Essen und Bottrop mit Wärmeenergie beliefern. Mit einem Gesamtnutzungsgrad des eingesetzten Brennstoffs von 85 Prozent wird das GuD Herne eine der effizientesten und umweltfreundlichsten Anlagen der Welt sein.

Mit dem GuD profitieren der Energiestandort Herne und das ganze Ruhrgebiet wirtschaftlich und ökologisch. Zum Beispiel werden die Schlüsselkomponenten, wie die Dampfturbine und der Generator, im Siemens-Werk in

Mülheim hergestellt. Um das Kraftwerk mit dem nötigen Gas zu versorgen, wird Thyssengas noch eine 22 km lange Erdgasleitung vom Pipeline-Knotenpunkt Datteln aus bauen. Die neue Trasse führt dann durch die Städte Oer-Erkenschwick und Recklinghausen bis nach Herne. Verglichen mit einem Braunkohlekraftwerk wird das GuD in Herne bis zu 70 Prozent weniger CO₂ pro Kilowattstunde emittieren.

Es wird damit gerechnet, dass zu Hochzeiten rund 500 Menschen mit dem Bau des Kraftwerks beschäftigt sein werden. Diese müssen sich ordentlich ins Zeug legen: Bis Ende 2022 soll das GuD im sogenannten kommerziellen Dauerbetrieb sein.

Projektdaten

- Betreiber: GuD Herne GmbH
- Projektpartner: STEAG GmbH und Siemens AG
- Baubeginn: 2019
- Inbetriebnahme: voraussichtlich Dezember 2022
- Leistung: 600 MW_{el}, 400 MW_{th} (geplant)
- Gesamtnutzungsgrad: 85 Prozent



Versorgungssicherheit für Duisburg durch Fernwärmespeicher

Um einen flexibleren und wirtschaftlicheren Einsatz ihres erdgasbetriebenen Heizkraftwerks in Duisburg-Wanheim zu ermöglichen, haben die Stadtwerke Duisburg einen Fernwärmespeicher errichtet. Dieser misst 36 Meter im Durchmesser und ist 43 Meter hoch. Das Speichervolumen beträgt 43.800 m³. Die Auflast einer 10 Meter hohen Wassersäule oberhalb des Behälters ermöglicht es, im Speicher flüssiges Wasser mit einer Temperatur von bis zu 115 °C zu speichern.

Die Beladung des Speichers erfolgt am oberen Ende des Behälters unterhalb der isolierten Auflast mit sehr geringen Eintrittsgeschwindigkeiten. Dadurch wird eine Durchmischung von Warm- und Kaltwasser verhindert, wodurch sich eine Wasserschichtung im Speicher ausprägt. Durch den Einsatz dieser innovativen Zwei-Zonen-Speichertechnologie, zählt der Speicher nicht nur zu den größten, sondern auch modernsten Wärmespeichern Deutschlands. Das Speichervermögen erlaubt es, den Betrieb des effizienten GuD-Heizkraftwerks besser nach dem tatsächlichen Bedarf und gezielter an der Marktsituation auszurichten.

Wenn der erzeugte Strom profitabel an der Strombörse verkauft werden kann, aber die Fernwärmekunden zu diesem Zeitpunkt keine Wärme benötigen, kann nun die erzeugte Wärme gespeichert werden.

Ist die Stromproduktion im Kraftwerk jedoch unrentabel, weil eine große Menge Strom aus regenerativen Quellen vorrangig in das Netz eingespeist wird, dann kann die gespeicherte Wärme für die Versorgung der Fernwärmekunden herangezogen werden. Diese Option der zeitlichen Entkopplung der Produktion von Strom und Wärme macht die Energieerzeugungsstrategie der Stadtwerke zukunftstauglich für die Energie- und Wärmewende.

Projektdaten

- Betreiber: Stadtwerke Duisburg AG
- Kapazität: 1.450 MWh
- Erzeugte Wärmemenge: 10 GWh/a
- Speichertemperatur: bis zu 115 °C
- Maße: 43 m hoch, 36 m Ø
- Fassungsvermögen: 43.800 m³ Wasser
- Investition: 20 Mio. Euro



„Talwärme“: Wuppertal spart Kohle-Heizkraftwerk ein

Eine neue Wärmeleitung zieht sich durch Wuppertal. Im Juni 2016 begannen die Wuppertaler Stadtwerke (WSW) und die Abfallwirtschaftsgesellschaft Wuppertal mbH (AWG) mit dem Bau einer Fernwärmeleitung vom Müllheizkraftwerk (MHKW) Korzert im Stadtteil Cronenberg auf den Wuppertaler Höhen zum Fernwärmenetz in der Elberfelder Talsohle. Dementsprechend nennt sich das Projekt „Talwärme“, dessen Ziel es ist, eine langfristige und umweltfreundliche Wärmeversorgung in Wuppertal sicherzustellen. Nach einer Bauzeit von zwei Jahren, wurde die 3,2 Kilometer lange Pipeline fertiggestellt und im Juni 2018 in Betrieb genommen.

Entscheidender Vorteil der Wärme aus dem MHKW: Bei der Verbrennung der regionalen Abfälle werden Energiepotenziale quasi als „Nebenprodukt“ frei, die durch den Bau der Leitung nun im gesamten Wuppertaler Fernwärmenetz effizient genutzt werden. Hierdurch kann auf das kohlegefeuerte Heizkraftwerk Elberfeld, die bisherige Hauptquelle der Fernwärmeversorgung im Tal, vollumfänglich verzichtet werden. Und dies sogar ohne zusätzliche Abfälle zu verbrennen.

Durch die Schließung des Heizkraftwerks Elberfeld werden 450.000 Tonnen CO₂-Ausstoß pro Jahr vermieden, was etwa 60 Prozent des jährlichen CO₂-Ausstoßes des Wuppertaler Autoverkehrs entspricht. Die neue Fernwärmetrasse ist damit das größte Klimaschutzprojekt in der Geschichte Wuppertals. Davon profitieren auch Hauseigentümer, denn wer die klimaschonende Talwärme nutzt, erfüllt dadurch schon wesentliche Vorgaben der Energieeinsparverordnung.

Projektdaten

- Betreiber: WSW und AWG (MHKW)
- Transportmenge: 400 GWhth/a
- Transportleistung: 100 MW_{th}
- Leitungslänge: 3,2 km (neu), 1,3 km (Austausch)
- CO₂-Einsparung: 450.000 t/a
- Investition: 44 Mio. Euro¹

¹ inklusive Maßnahmen am MHKW und anderer Erzeugungsstandorte



Heizkraftwerk Melaten versorgt Aachener Westen mit Energie

Durch den immensen Wärmebedarf neuer Kunden im Aachener Westen stellten die Stadtwerke Aachen (STAWAG) fest, dass die Transportkapazitäten nicht mehr dauerhaft ausreichen würden. Sie errichteten dafür dort eine moderne Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in Form eines Blockheizkraftwerkes (BHKW).

Bereits bei Projektstart war klar, dass die Stromerzeugung und -vermarktung eine zentrale Rolle spielen muss, um auf zukünftige Entwicklungen des Energiemarktes reagieren zu können. Mit Blick auf die künftig zu erwartenden Flexibilitätsanforderungen des Strommarktes wurde das Konzept auf vier Module der 2,5 MW-Klasse festgelegt. So ist sichergestellt, dass bei einer Teillastanforderung die Anlage nicht mit entsprechenden Wirkungsgradeinbußen betrieben werden muss. Des Weiteren sehen die Planungen für einen dauerhaft wirtschaftlichen Betrieb der Anlage weniger als 4.000 Vollbenutzungsstunden vor.

Ein weiterer wichtiger Baustein des flexiblen Betriebsführungskonzeptes sind die zwei jeweils 340 m³ fassenden Wärmespeicher mit einer Höhe von jeweils über 30 Meter. Durch die Möglichkeit der Wärmespeicherung wird die Energieproduktion durch das BHKW vom Energieverbrauch der Kunden entkoppelt.

Eine Besonderheit auf der hydraulischen Seite der Anlage ist die Ausführung mit zwei Heizkreisen, die auf unterschiedlichen Temperaturniveaus (bis zu 130 °C und bis zu 103 °C) betrieben werden.

Realisiert wurde das Projekt im Müllbunker einer nicht mehr betriebenen Müllverbrennungsanlage. Dieser wurde zunächst ab Oktober 2017 umgebaut und als Heizkraftwerk nutzbar gemacht. Ab Mai 2018 starteten dann vor Ort die Bautätigkeiten des Anlagenbauers, sodass Ende Dezember 2018 die Anlage in den dauerhaften Regelbetrieb gesetzt wurde.

Projektdaten

- Betreiber: Stadtwerke Aachen AG
- Hersteller: Zeppelin/Caterpillar
- Leistung BHKW: je 2,52 MW_{el}, je 2,47 MW_{th}
- Erzeugte Wärmemenge: ca. 35 GWh/a
- Wärmespeicher: je 340 m³
- Temperatur Heizkreisläufe: max. 130 °C und max. 103 °C



KWK in Herforder Schokoladenfabrik

Die Schokoladenfabrik Ludwig Weinrich GmbH & Co. KG in Herford ist einer der weltweit führenden Hersteller im Bereich der Bio- und Fairtrade-Schokolade. Für die Produktion benötigt das Unternehmen ganzjährig Strom, Wärme und Kälte. Um seiner ökologischen Verantwortung gerecht zu werden, setzt das Unternehmen dabei auf ressourcenschonende Energienutzung. Im Zuge eines systematischen Energiemanagements hat das 120 Jahre alte Traditionsunternehmen eine neue Energiezentrale errichtet, die einen in die Jahre gekommenen zentralen Dampfkessel und dezentrale Kälteanlagen ersetzt. Effizient und umweltfreundlich wird jetzt die Erzeugung durch ein mit Erdgas betriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) mit 800 kW elektrischer und 861 kW thermischer Leistung von Strom und Wärme gebündelt.

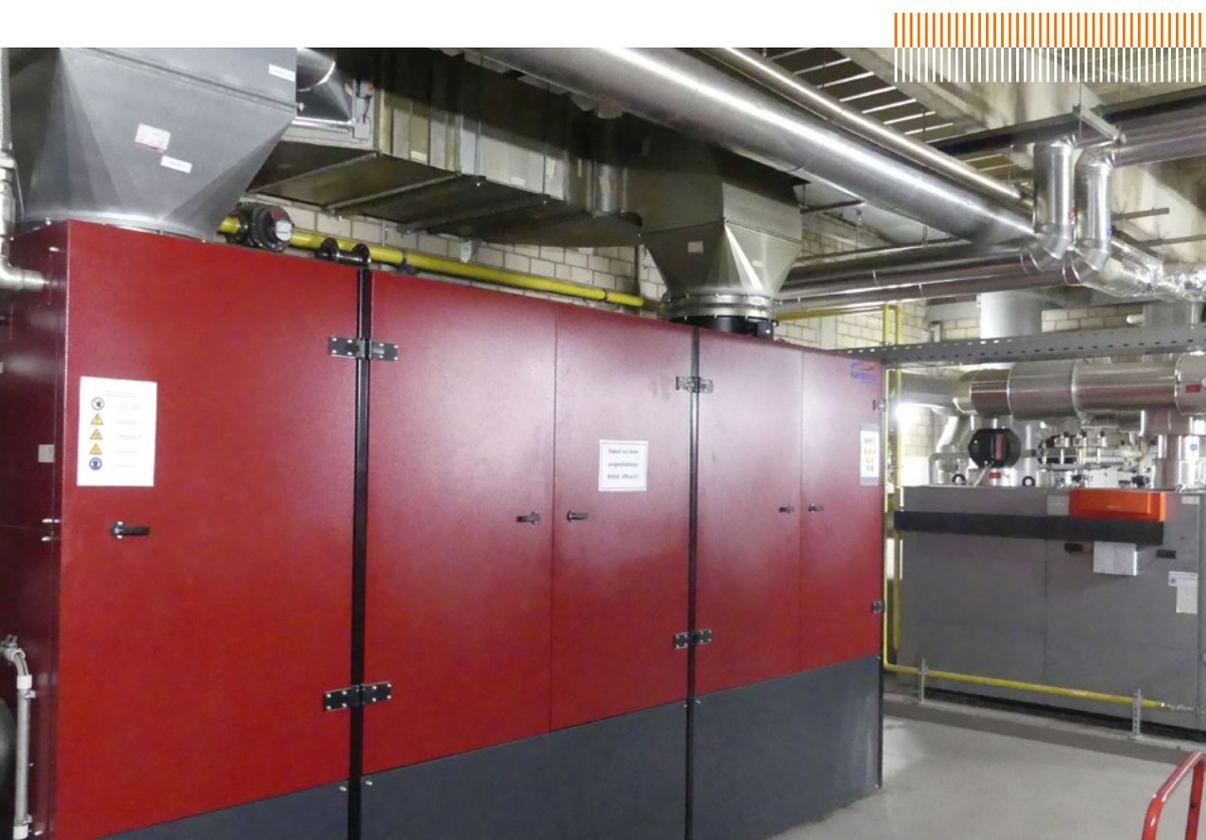
Da für die Schokoladenproduktion auch Kälte benötigt wird, wurde dies bei der Planung der Energiezentrale berücksichtigt und das BHKW größer ausgelegt, als für die reine Wärmeproduktion notwendig wäre. Die dadurch zusätzlich erzeugte Wärme wird mithilfe einer Absorptionskältemaschine (AKM) in Kälte umgewandelt. Durch den Einsatz der AKM werden allein 600.000 kWh eingespart, da nicht mit Kompressionskälte gearbeitet wird. Eine weitere Besonderheit der Anlage sind die drei Speicher der Energiezentrale, die den Verbrauch der erzeugten Medien entkoppeln. Die Speicher für Heiß-, Warm-, und Kaltwasser sollen einen kontinuierlichen und ruhigen Lauf des Kraftwerks bei produktionsbedingt schwankenden

Energieverbräuchen ermöglichen. Zur Energiezentrale gehört auch ein 1-MW-Spitzenlastkessel, der zusätzlich als Redundanz dient. Das moderne Energiekonzept versetzt den Schokoladenproduzenten in die Lage, zwei Drittel seines Strombedarfs selbst zu decken und jährlich 1.924 Tonnen CO₂ einzusparen.

Die Firma Weinrich hat rund 5 Mio. Euro in die moderne Energiezentrale investiert. An Förderungen wurden auch Tilgungszuschüsse der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sowie BAFA-Zuschüsse für die Speicher wahrgenommen.

Projektdaten

- Betreiber: Schokoladenfabrik Ludwig Weinrich GmbH & Co. KG
- Hersteller: SES Energiesysteme GmbH
- Leistung BHKW: 800 kW_{el}, 861 kW_{th}
- Leistung AKM: 300 kW
- Leistung Spitzenlastkessel: 1 MW_{th}
- Wärmespeicher: 50 m³ (heiß), 14 m³ (warm), 50 m³ (kalt)
- CO₂-Einsparung: 1.924 t/a
- Investition: ca. 5 Mio. Euro



Harsewinkel: Effizienzsteigerung in der Wurstproduktion

Bei der Herstellung von Fleisch- und Wurstwaren stellen die Klimarauch- und die Nachreifekammer wichtige Prozessschritte für ein geschmackvolles Endprodukt dar. Bisher wurden diese Prozesse bei der Firma Windau in Harsewinkel durch einen zentralen Dampfkessel mit bis zu acht bar und 170 °C Dampf versorgt. Ende 2016 wurde die Energieversorgung jedoch mithilfe eines effizienten Blockheizkraftwerks modernisiert – und das bei laufendem Betrieb.

Neben dem Dampfkessel wurden im Zuge der Modernisierung auch die Prozesswärmetauscher der Kaltrauch- und Nachreifeanlagen ausgetauscht. Diese innovativen Maßnahmen ermöglichen den Einsatz von Warmwasser mit einer Temperatur von 85 °C anstelle von energieintensivem Heißdampf und sorgen so für eine Steigerung der Energieeffizienz im gesamten Produktionsprozess. Zudem wurde ein Wärmespeicher mit einem Volumen von 50 m³ errichtet.

Grundlegend für den Erfolg des Projekts war die intensive Einbindung der Mitarbeiter der einzelnen Produktionsprozesse. So konnte die Energieversorgung unmittelbar mit den in der Wurstproduktion verantwortlichen Mitarbeitern zunächst erprobt und dann umgesetzt werden.

Mit Gesamtkosten in Höhe von knapp 200.000 Euro konnte die Firma Windau ihre Energieversorgung nachhaltig umgestalten und stellt somit ein Vorbild für andere Lebensmittelbetriebe dar, die einen hohen Wärmebedarf für beispielsweise Reife- oder Entfeuchtungsprozesse benötigen.

Die Modernisierung der Prozesswärmetauscher wurde durch das Programm „Energieeffiziente und klimaschonende Produktionsprozesse“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gefördert (BMWi).

Projektdaten

- Betreiber: Windau GmbH & Co. KG
- Projektpartner: innogy
- Hersteller: YADOS
- Leistung BHKW: 355 kW_{el}, 428 kW_{th}
- Temperatur Dampf: 170 °C
- Temperatur Warmwasser: 85 °C
- Volumen Speicher: 50 m³
- Investition: 209.000 Euro



Paderborn: Kraft-Wärme-Kopplung aus der Mikrogasturbine

Bei der Herstellung und Beschichtung von dekorativen Druckussteilen wird eine große Menge an Strom und Wärme benötigt. Bei der HDO Druckguß- und Oberflächen-technik GmbH in Paderborn wird diese Energie seit 2013 in Kraft-Wärme-Kopplung produziert. Zum Einsatz kommt hier jedoch kein motorisches Blockheizkraftwerk. In diesem Industriebetrieb werden aktuell drei Capstone Mikrogasturbinen betrieben.

Diese Turbinen sind aufgrund der luftgelagerten Turbinenwelle wartungsarm und benötigen keine Schmier- oder Kühlmittel. Somit können 100 Prozent der thermischen Leistung des 309 °C heißen Abgases durch Wärmetauscher nutzbar gemacht werden. Als Brennstoff können sowohl Erdgas als auch Flüssiggas, Biogas oder Heizöl eingesetzt werden.

Im Rahmen der Etablierung eines Energiemanagementsystems bei HDO nach DIN-EN-ISO 50001 wurde bereits in 2011 mit der Planung begonnen, die Wärmeversorgung zu erneuern. Die vorhandenen Heizkessel sollten dabei durch eine KWK-Anlage ersetzt werden. Da in der Galvanik die Rücklauftemperaturen prozessbedingt stark schwanken, entschied man sich für die Mikrogasturbinen-Technologie. Diese arbeitet auch mit Rücklauftemperaturen deutlich über 75 °C störungsfrei.

In 2013 wurden dann zwei Capstone Mikrogasturbinen mit gleicher Leistung installiert und in das bestehende Lastmanagement mit aufgeschaltet. Diese liefern jeweils mit über 8.000 Betriebsstunden jährlich ca. 1,05 Mio. kWh Strom und 1,9 Mio. kWh Wärme und erreichen aktuell bereits 50.000 Betriebsstunden. Die zwei Mikrogasturbinen konnten zudem bereits über die sechs Jahre 1.200 Tonnen CO₂ einsparen.

Eine dritte Mikrogasturbine wird aktuell mit einer elektrischen Leistung von 50 kW_{el} in Betrieb genommen. Hierdurch soll der gestiegene Bedarf an Heizwärme und Strom aufgrund der Ausweitung der Produktion abgefangen werden.

Projektdaten

- Betreiber: HDO Druckguß- und Oberflächen-technik GmbH
- Hersteller: Capstone
- Leistung Mikrogasturbinen: 2 x 65 kW_{el}, 2 x 126 kW_{th}, 1 x 50 kW_{el}, 1 x 110 kW_{th}
- CO₂-Einsparung: 200 t/a



Lindlar: Betriebsinterne Abwärme für die Pulverbeschichtung

Die MSSC Ahle GmbH in Lindlar verarbeitet seit der Gründung im Jahre 1904 Metalldraht zu Federkomponenten. Beim Produktionsprozess entsteht entlang der Verarbeitungskette Abwärme, die nun nicht länger ungenutzt an die Umwelt abgeführt wird. Im Jahr 2015 wurde das Abwärmekonzept in der betrieblichen Sommerpause in den Produktionsprozess integriert und sorgt seitdem für eine gesteigerte Energieeffizienz in der Produktion.

Bei der Herstellung der Federn wird der geformte Draht zur Härtung zunächst auf 900 °C erhitzt und anschließend in einem Ölbad abgekühlt. Im anschließenden Anlassprozess entstehen ca. 450 °C heiße Abgase, deren Wärme durch einen Abgaswärmetauscher gewonnen wird. Durch einen Thermalölkreislauf wird die Wärme nun betriebsintern der Pulverbeschichtung zugeführt. Auch für diesen Verarbeitungsschritt werden hohe Temperaturen von bis zu 165 °C benötigt.

Insgesamt werden bei der MSSC Ahle GmbH 200 kW Wärmeleistung mit einer Temperatur von 200 °C aus den Abgasen gewonnen. Nach der Pulverbeschichtung fließt das Thermalöl mit einer Temperatur von 166 °C zurück in den Abgaswärmetauscher und wird dort erneut durch die heißen Abgase beladen. Die bisher genutzten Gasbrenner sind so nur noch als Redundanz vorhanden.

Durch die Einführung des Abwärmekonzeptes spart die Firma so über 65 Prozent der Energie für die Pulverbeschichtung der Federn ein. Auch die CO₂-Ersparnis beträgt über 65 Prozent. Mit Berücksichtigung aller Komponenten wurden so bisher über 980.000 kWh Energie und 184 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart.

Die Amortisationszeit des installierten Systems liegt bei unter fünf Jahren. Die Investition betrug 230.000 Euro, wobei ein Teil durch das BAFA bereitgestellt wurde.

Projektdaten

- Betreiber: MSSC Ahle GmbH
- Abwärmeleistung: 200 kW
- Temperatur Abgase: 390 °C
- Temperatur Thermalöl Vorlauf: 200 °C
- Temperatur Thermalöl Rücklauf: 166 °C
- CO₂-Einsparung: 184 t/a
- Investition: 230.000 Euro



Brennstoffzelle für den Hausgebrauch

Wie Kraft-Wärme-Kopplung als innovative Lösung auch in der privaten Energieversorgung erfolgreich und effizient funktioniert, zeigt die installierte Brennstoffzelle in einem Einfamilienhaus in Hückelhoven.

Für das 150 Quadratmeter große Haus, liefert die Brennstoffzelle, befeuert mit Erdgas aus dem lokalen Erdgasnetz, Strom und Wärme. Mit einer konstanten elektrischen Leistung von 1,5 kW erzeugt die Brennstoffzelle ca. 13.000 kWh Strom im Jahr. So schafft es der Hausbesitzer seinen jährlichen Strombezug von etwa 8.000 kWh auf 1.700 kWh zu reduzieren. Überschüssiger Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist.

Besonders ist in diesem Fall, dass die Brennstoffzelle in Kombination mit dem bestehenden Gasheizkessel installiert wurde. So wird die Wärme, die bei der chemischen Umsetzung von Erdgas über Wasserstoff hin zu Wasser entsteht, dem bestehenden Warmwasser-Pufferspeicher zugeführt. Dies reduziert die Laufzeiten des herkömmlichen Gasheizkessels. Somit erhöht sich durch die Brennstoffzelle die Effizienz der gesamten Energiebereitstellung des Haushalts.

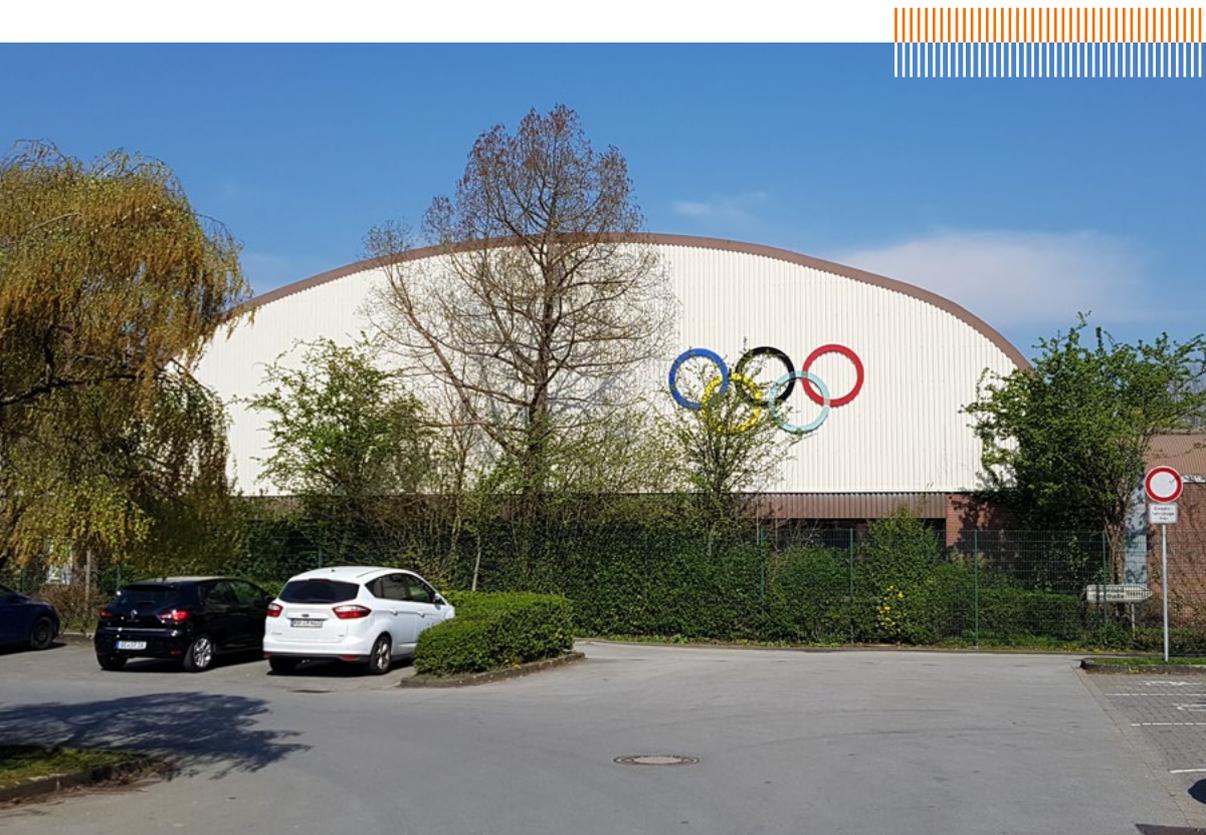
Dieses Beispiel zeigt, wie die Kraft-Wärme-Kopplung in Form einer Brennstoffzelle problemlos auch in ein bestehendes Heizsystem integriert werden kann.

Neben der gesteigerten Effizienz bringt die Installation der Brennstoffzelle auch einen finanziellen Vorteil mit sich, indem sie derzeit im Jahr ca. 660 Euro Energiekosten einspart.

Für die Elektromobilität birgt die Brennstoffzelle ebenfalls Vorteile, da der selbstproduzierte Strom zum Laden eines Elektrofahrzeugs verwendet werden kann.

Projektdaten

- Hersteller: SOLIDpower GmbH
- Leistung Brennstoffzelle: 1,5 kW_{el}, 0,6 kW_{th}
- Erzeugte Wärmemenge: ca. 5.000 kWh/a
- Erzeugte Strommenge: ca. 13.000 kWh/a
- Jährliche Ersparnis: ca. 660 Euro/a
- CO₂-Einsparung: ca. 5 t/a



Mobile Abwärme für das Olympiabad Ennigerloh

Das Olympiabad in Ennigerloh wird seit 2016 anteilig mit Abwärme aus dem Entsorgungszentrum der Abfallwirtschaftsgesellschaft des Kreises Warendorf (AWG) beheizt, die bei der Verstromung von Deponie- und Biogas in Blockheizkraftwerken (BHKW) entsteht. Die dort anfallende Wärme wird in Form von Heißwasser (90 °C) in Containern zum Schwimmbad gebracht und dort genutzt. Die transportierte Wärmemenge summiert sich pro geladenem Behälter auf circa 1.500 kWh bis 1.800 kWh.

Am Hallenbad ist immer ein Container mit heißem Wasser stationiert, dem zur Beckennachfüllung Wasser entnommen wird. Das kalte Frischwasser aus dem Netz wird mit dem heißen Wasser aus dem Container gemischt und dann in die Becken eingespeist. Außerdem läuft Trinkwasser, das direkt aus dem Netz genommen wird, im Container durch einen Wärmetauscher und landet vorgewärmt im Warmwasserboiler des Hallenbades.

Je nach Bedarf sind für das Hallenbad zwei bis drei und für das Freibad bis zu fünf Container Frischwasser pro Woche notwendig. Sie sind als Warmwasserspeicher, mit insgesamt 300m³, ausgeführt und verlieren als stationäre Behälter abhängig vom Temperaturniveau und den Umgebungstemperaturen nur ein bis drei Kelvin pro Tag. Durch die Nutzung der Wärme aus dem BHKW, kann die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems deutlich erhöht werden.

Der Effekt dieser Maßnahmen: Die Heizungsanlage im Olympiabad wird entlastet, die Lebensdauer verlängert sich dadurch und Erdgas wird eingespart, was sich positiv auf die Umwelt auswirkt. Pro Wärmelieferung in einem Container ergibt sich eine CO₂-Einsparung von 339 Kilogramm.

Auch was die Kosten angeht, erweist sich das Projekt als vorteilhaft. Für die Wärmelieferung und die Aufstellung des Depotcontainers am Olympiabad ist die aha AWG und Hammelmann GbR zuständig. Kosten für die Stadt Ennigerloh fallen lediglich für die verbrauchte Energie an. Der resultierende Wärmepreis liegt in diesem Fall knapp unter dem Preis für die Wärmeerzeugung mit Erdgas.

Projektdaten

- Betreiber: Stadt Ennigerloh
- Wärmelieferer: aha AWG und Hammelmann GbR
- Wärmemenge: 1.500 - 1.800 kWh/Container
- Hallenbad: 2 - 3 Container/Woche
- Freibad: 5 Container/Woche
- CO₂-Einsparung: 339 kg/Container
- Hersteller BHKW: Jenbacher
- Leistung BHKW: 549 kW_{el}, 617 kW_{th}



Flexibilisierung von KWK durch Batteriespeicher im EFH

In dem Projekt „KWK plus Speicher“ werden innovative Speichertechnologien zur Flexibilisierung des KWK-Betriebs untersucht, indem 20 Stromspeicher (Lithium- und Bleibasiert) in KWK-Systeme in Bottrop installiert wurden.

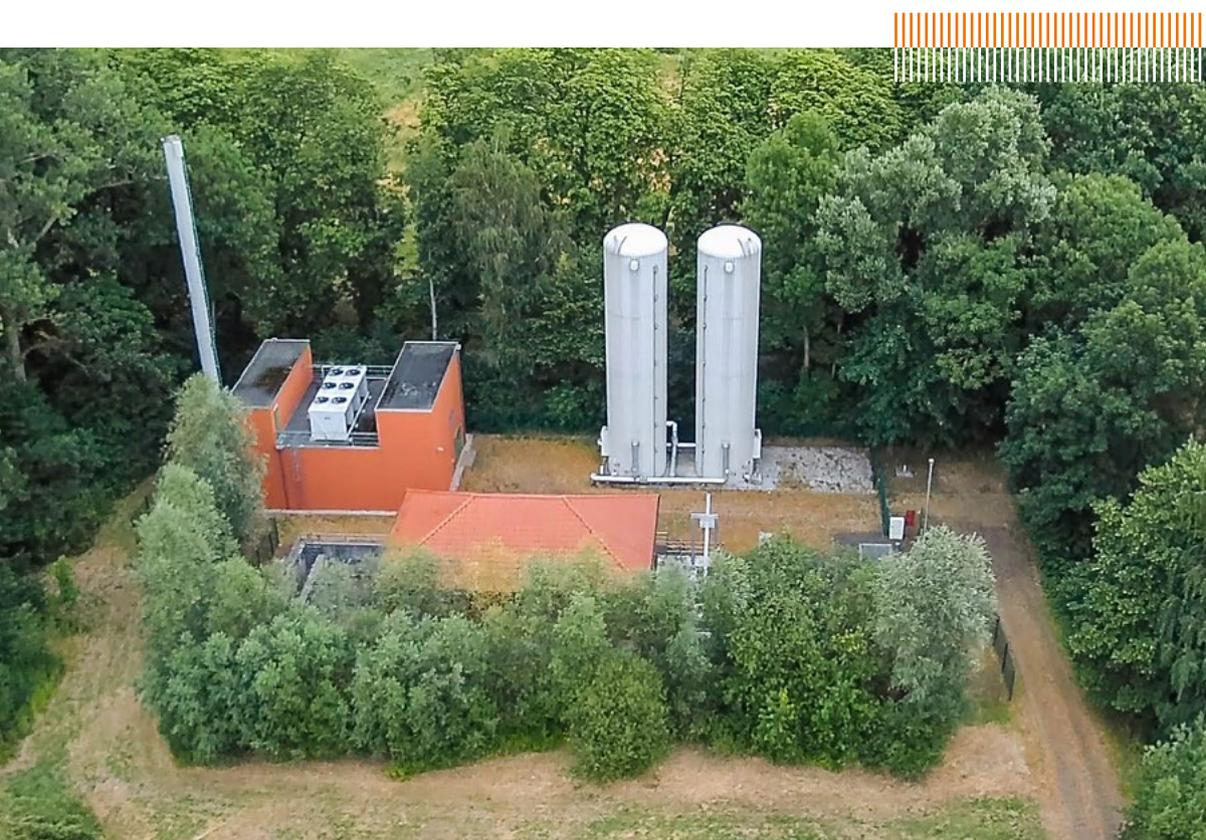
Dieses Projekt ist eine Weiterführung des Projekts „100 KWK-Anlagen in Bottrop“, das im Rahmen der Innovation-City Ruhr | Modellstadt Bottrop durchgeführt wurde. Hier wurden 100 KWK-Systeme unterschiedlicher Technologien und Leistungsklassen installiert. Darunter sind 48 Otto- und 40 Stirling-Motoren sowie zwölf brennstoffzellenbasierte KWK-Systeme mit einem Leistungsbereich von 1 bis 5 kW_{el}, die in repräsentativen Gebäuden mit unterschiedlichen Wärmostandards eingebaut wurden. Wie z. B. im Einfamilienhaus (EFH) der Familie Wehres, wo nach Auswahl der technischen und baulichen Kriterien zusätzlich zum KWK-System der Speicher von einem lokalen Bottroper Installateur eingebaut und in Betrieb genommen wurde.

Innerhalb der Untersuchungen des 100-KWK-Anlagen-Projektes standen mögliche CO₂-Einsparungen im Vordergrund. Nun sollen die Effizienz und Flexibilität der gekoppelten Systeme weiter gesteigert und Effizienzoptima identifiziert werden. Die mit einem umfangreichen Datenmonitoring ausgestatteten Anlagen bieten hierfür eine umfassende Demonstrations- und Versuchsinfrastruktur.

Die Anforderungen an die Stromspeicher, die in der Kombination mit dem Betrieb der KWK-Anlagen einhergehen, werden ermittelt und unterschiedliche Technologien und Materialzusammensetzungen untersucht. Die Anlagen wurden in das messtechnische Monitoring eingebunden, welches die Bewertung der elektrischen Energieströme, der objektbezogenen und der KWK-bezogenen Bilanzgrenzen und damit Aussagen über Stromeigennutzung und -deckungsanteile ermöglicht. Entsprechend wird eine breite Datenbasis für die energetische Optimierung und die Bewertung der Wirtschaftlichkeit für den Einsatz der Speicher in Verbindung mit den KWK-Anlagen generiert. Die hier verbauten Stromspeicher werden parallel im Labor mit verschiedenen Systemkombinationen betrachtet.

Projektdaten

- Projektleitung: Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
- Projektpartner: Westfälische Wilhelms-Universität Münster (MEET), Innovation City Management GmbH, Fachhochschule Dortmund, Hochschule Ruhr West
- Leistung KWK-Anlagen: 1 - 5 kW_{el}, 0,6 - 12,5 kW_{th}
- Nutzkapazität Batteriespeicher: 2 - 15 kWh



Innovatives KWK-System in Lippstadt

Im Jahr 2018 nahmen die Stadtwerke Lippstadt GmbH erfolgreich an der ersten Ausschreibungsrunde der Bundesnetzagentur für innovative KWK-Systeme teil. Die Stadtwerke werden in Zukunft das örtliche Klinikareal mit einer Fläche von ca. 50 ha durch den Einsatz innovativer KWK mit Wärme versorgen.

Die Leistung des 2011 in Betrieb genommenen BHKW beträgt 2 MW_{el} und 2 MW_{th} . Mit ca. 5.000 Volllastbetriebsstunden wird jährlich eine Wärmemenge von ca. 10 GWh unterstützend für das Klinikareal zur Verfügung gestellt. Zum Ausgleich der Lastspitzen dient ein Wärmespeicher mit einem Volumen von 300 m^3 . So steht eine Speicherkapazität von ca. 10 MWh zur Verfügung.

Zur Erweiterung des beschriebenen Nahwärmesystems zu einem innovativen KWK-System (iKWK) wird aktuell die geplante Integration erneuerbar erzeugter Wärme, bestehend aus Solarthermie, Wärmepumpe und Wärmespeicher, erarbeitet. Die solarthermische Anlage wird dabei auf einer benachbarten Freifläche installiert.

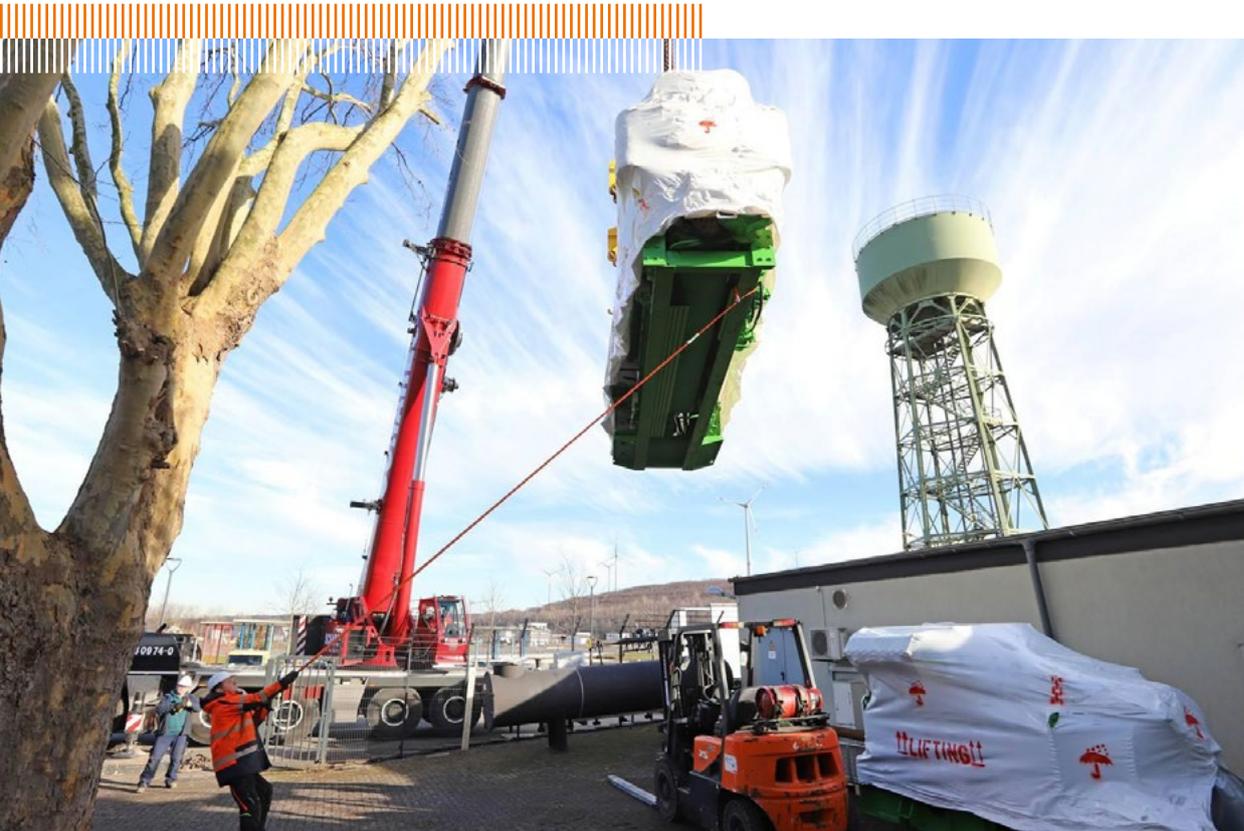
Da die Wärmeerzeugung aus Solarthermie Schwankungen unterliegt, werden diese durch die Wärmepumpe und den zusätzlich zu errichtenden Wärmespeicher flexibel aufgefangen. Im Sommer, wenn die solare Einstrahlung besonders hoch ist, kann die erneuerbare Wärme daher über die Solarthermie bereitgestellt werden. Bei Zeiten schwacher solarer Einstrahlung wird der erneuerbare Anteil der Wär-

meistung hingegen über die Wärmepumpe bereitgestellt. Mithilfe dieser Komponenten wird das System mindestens 30 Prozent der Wärme aus erneuerbaren Quellen gewinnen und somit den gesetzlichen Vorgaben gerecht werden. So realisieren die Stadtwerke Lippstadt eine nachhaltige, umweltfreundliche und zukunftsgerichtete Nahwärmeversorgung.

Als iKWK-System wird die Kombination einer KWK-Anlage mit einem elektrischen Wärmeerzeuger (Power-to-Heat) und einer innovativen erneuerbaren Wärmequelle bezeichnet.

Projektdaten

- Betreiber: Stadtwerke Lippstadt GmbH
- Hersteller BHKW: MWM
- Leistung BHKW: 2 MW_{el} , 2 MW_{th}
- Erzeugte Wärmemenge: 10 GWh/a
- Wärmespeicher: 300 m^3
- Solarthermie: Dimensionierung in Planung
- Wärmepumpe: ca. 1 MW_{th}
- Power-to-Heat: ca. 1 MW_{el}
- Wärmespeicher (iKWK): Dimensionierung in Planung



Biomethan-BHKW arbeitet nachhaltig und wirtschaftlich in Dinslaken

Ein wichtiger Aspekt der aktuellen Energieversorgung besteht darin, die fluktuierende Energieproduktion aus solaren Quellen und Wind bedarfsgerecht auszugleichen. Die Stadtwerke Dinslaken haben dazu seit Mai 2019 ein neues Blockheizkraftwerk (BHKW), ein sogenanntes „Flex-BHKW“, im Stadtteil Lohberg installiert. Mit einer elektrischen Leistung von 3,3 MW und einer thermischen Leistung von 3 MW ergänzt es das bereits seit 2011 bestehende Biomethan-BHKW. Zusammen verfügen beide Anlagen über insgesamt 5,3 MW_{el} und 5 MW_{th}. Das neue Flex-BHKW ist die bislang größte Einzelerzeugungsanlage der Stadtwerke Dinslaken.

Das Besondere an dem neuen flexiblen Blockheizkraftwerk ist, dass es nicht wie herkömmliche BHKW für einen Volllastbetrieb über das gesamte Jahr ausgelegt ist. Das Flex-BHKW in Dinslaken benötigt nur fünf Minuten bis es erzeugungsbereit ist. Somit kann es optimal auf Schwankungen in der erneuerbaren Strombereitstellung durch natürlich fluktuierende Wind- und Sonnenenergie und auf damit einhergehende steigende oder fallende Börsenpreise beim Strom reagieren. Diese Flexibilität lässt das BHKW höchst wirtschaftlich arbeiten.

Neben dieser ökonomisch lohnenswerten Ausrichtung, wird mit Biomethan auch ein regenerativer Brennstoff eingesetzt. So können die Stadtwerke Dinslaken ihre Energiebereitstellung ein weiteres Stück grüner gestalten.

Für die aktuelle und auch zukünftige Energieversorgung stellt die flexible Ausrichtung des BHKW somit einen wichtigen Baustein zur Versorgungssicherheit und zur Preisstabilität dar. Die Stadtwerke Dinslaken haben damit ein Beispiel aus dem Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung vorzuweisen, dass eine umweltschonende Energieversorgung von morgen zeigt.

Projektdaten

- Betreiber: Stadtwerke Dinslaken GmbH
- Hersteller: Jenbacher
- Leistung BHKW: 3,3 MW_{el}, 3 MW_{th}
- Brennstoff: Biomethan
- Investition: 1,2 Mio. Euro



Düren: Kraft-Wärme-Kopplung wörtlich genommen

In Industrieparks sind Wärme und Druckluft für die Herstellung vieler Produkte unersetzliche Prozessmedien. Der Einsatz von Druckluft reicht von der Werkstückreinigung über die Versorgung pneumatischer Regelungen und Antriebe bis hin zur Förderung verschiedener Medien. Die zur Druckluftversorgung aufgewendete Energie – meist elektrischer Strom – ist häufig beträchtlich. Gleichzeitig wird Wärme, zum größten Teil in Form von Prozesswärme, in großen Mengen benötigt.

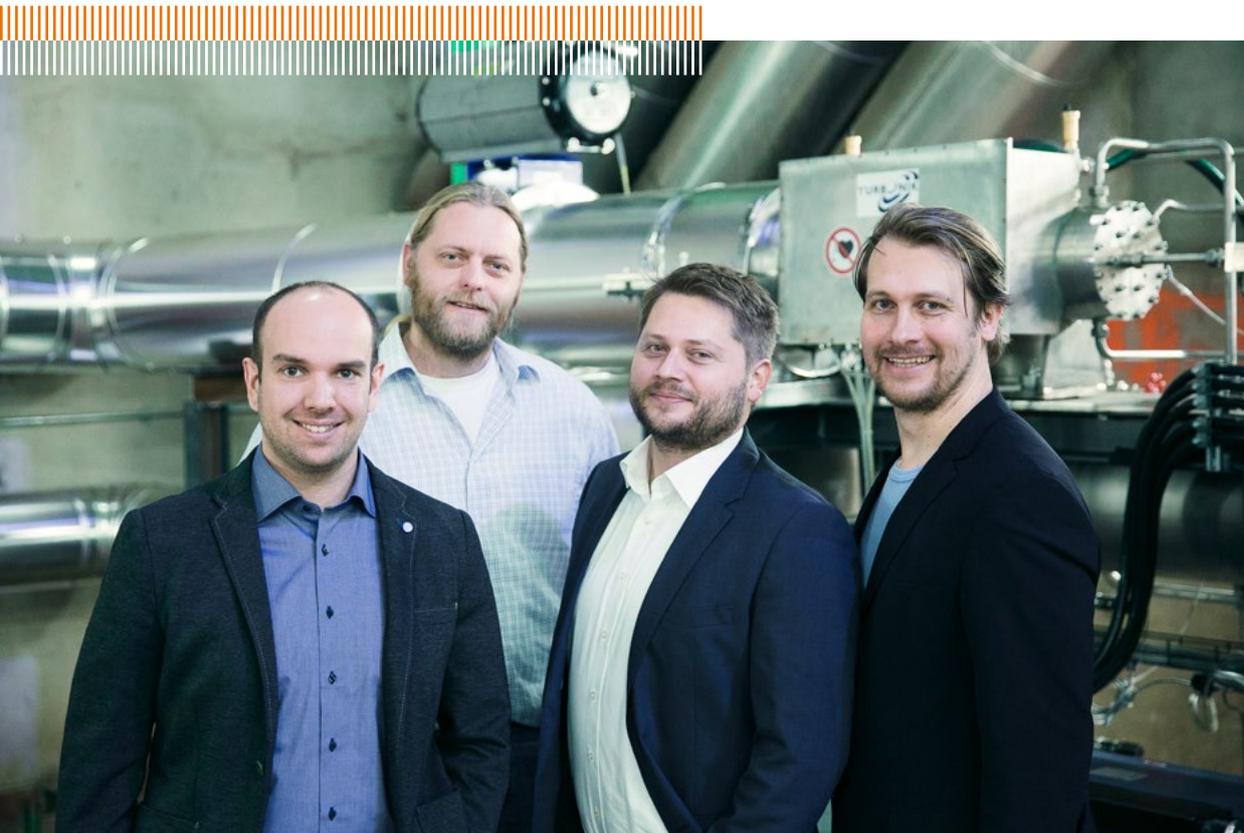
Im Industriepark in Düren hat Veolia die Bereitstellung von Druckluft und Wärme in Zusammenarbeit mit Bosch KWK Systeme nachhaltig und effizient umgestaltet. Durch die Installation von zwei Druckluft-Wärme-Kraftwerken (DWKW) werden Druckluft und Wärme nun gleichzeitig produziert, was zu einer deutlichen Steigerung der Effizienz geführt hat.

Das Funktionsprinzip des DWKW ist ähnlich dem eines Blockheizkraftwerks. Anstatt eines Generators zur Stromerzeugung, treibt in diesem Fall jedoch der Motor einen Verdichter zur Druckluftproduktion an. Mit einer Brennstoffleistung von 164 kW pro DWKW wird in Düren eine Druckluftmenge von 9,5 m³/min mit maximal 8,5 bar bereitgestellt. Prinzipbedingt entsteht hierbei Abwärme, die zusammen mit der Abwärme aus der Motorkühlung und dem Abgas eine Gesamtwärmemenge von 270 kW ergibt. Diese wird ausgekoppelt und anderen Prozessen zugeführt. Der thermische Wirkungsgrad eines Moduls liegt bei 82 Prozent.

Aufgrund des hohen Grundlastbedarfs im Industriepark werden die DWKW mit etwa 8.400 Stunden pro Jahr auf Vollast betrieben. Im Fall eines geringeren Druckluftbedarfs lassen sich die DWKW flexibel regulieren, da die Leistung des Verdichters über die Drehzahl des Motors ab 60 Prozent stufenlos regelbar ist. Damit kann die Ansaugleistung zwischen 6,5 und 9,5 m³/h variiert werden.

Projektdaten

- Betreiber: Veolia Industriepark Deutschland GmbH
- Hersteller: Bosch KWK Systeme GmbH
- Gesamter Energieeinsatz: 328 kW
- Thermische Leistung: 270 kW
- Heizwasservorlauf konstant: 90 °C
- Maximale Liefermenge Druckluft: 19 m³/min
- Betriebsüberdruck: 6,0 - 8,5 bar



Hocheffiziente Mikro-Dampfturbine zur Eigenstromerzeugung

Kleinere Mengen Prozessdampf in betrieblichen Dampfsystemen konnten bislang von konventionellen Dampfturbinen nicht rentabel in Strom umgewandelt werden. Mit ihrer innovativen Mikro-Dampfturbine haben die Gründer von TURBONIK, einem Spin-Off des Fraunhofer UMSICHT, das nun möglich gemacht.

Dampf ist in vielen Branchen als Wärmeträger weiterhin unverzichtbar. Wird dort bislang prozessbedingt Dampfdruck über ein Ventil reduziert, kann anstelle der mechanischen Druckreduzierung mit der Mikro-Dampfturbine zusätzlich Strom erzeugt werden (bis zu 300 kW). Dieses Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung spart nicht nur Energiekosten ein, sondern leistet gleichzeitig einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz.

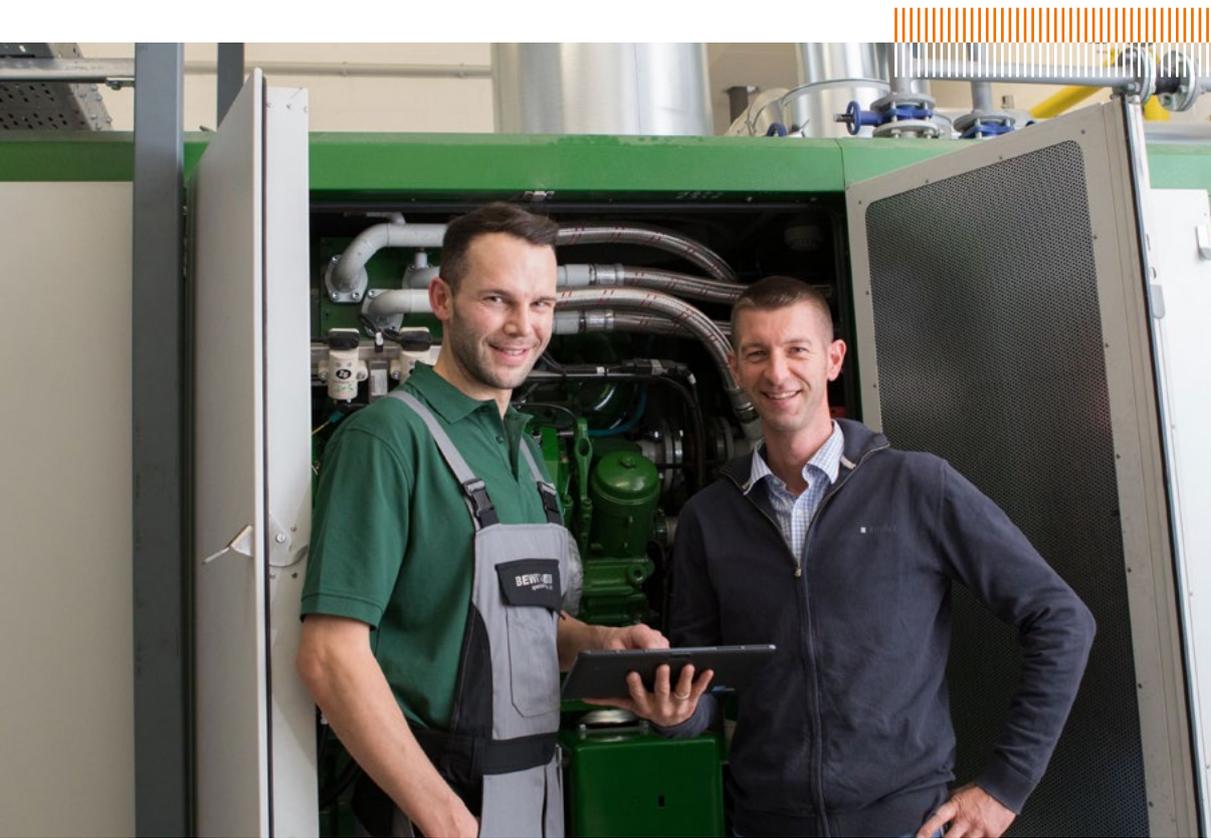
Das Besondere an der neuen Technologie ist die Direktkopplung von Turbine und Generator, der Einsatz vollständig ölfreier Lager sowie ein optimiertes Laufraddesign für extrem hohe Drehzahlen. Damit erzeugt die Mikro-Dampfturbine bis zu 40 Prozent mehr Strom aus dem eingesetzten Brennstoff als konventionelle Dampfturbinen in ihrem Leistungsbereich. Eine einfache und platzsparende Plug & Play Installation ermöglicht die Nachrüstung und den Betrieb auch in räumlich beengten Bestandsanlagen. Ein flächendeckender Einsatz der Technik in dampfintensiven Industrien wie beispielsweise der Textil-, Papier-, Chemie-, Lebensmittel- und Pharmaindustrie, oder auch in Krankenhäusern und Kraftwerken, könnte bei schät-

zungsweise 15.000 Dampfkesseln in Deutschland zu einer Einsparung von jährlich mehreren Millionen Tonnen Kohlendioxid führen.

Bei der Energieversorgung Oberhausen AG (evo) ist der Erfolg bereits sichtbar: Wo vorher wertvolle Energie aus dem Dampf bei der Druckreduzierung ungenutzt verloren ging, treibt dieser Dampf nun die Mikro-Dampfturbine an und produziert Strom in einer Größenordnung von 300.000 kWh pro Jahr. Das wiederum entspricht dem Jahresverbrauch von 60 Vier-Personen-Haushalten und vermeidet 90 Tonnen Kohlendioxid pro Jahr.

Projektdaten

- Betreiber: Energieversorgung Oberhausen AG
- Konzeptentwicklung/Realisierung: TURBONIK GmbH und Fraunhofer UMSICHT
- Realisierung: seit Sommer 2017
- Elektrische Leistung: bis 70 kW
- Erzeugte Strommenge: bis zu 300.000 kWh/a
- Stromversorgung: ca. 60 Vier-Personen-Haushalte pro Jahr
- CO₂-Einsparung: 90 t/a



Besonders geringe Schadstoffe dank Lambda-1 Technologie

Ein verantwortungsbewusster Umgang mit den natürlichen Ressourcen und das Thema Energieeffizienz spielen bei dem Hersteller von gesunder Tiernahrung BEWITAL petfood in Südlohn seit jeher eine große Rolle. Eine Analyse der Produktionsabläufe und der Energieströme ergab 2015, dass Kraft-Wärme-Kopplung eine umfassende Lösung für die angestrebten Energie- und Umweltziele bieten würde.

Seit Mitte 2016 werden daher mithilfe eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) Strom und Dampf für die Produktion der Haustiernahrung erzeugt. Die Hauptaufgabe dieses BHKW mit seiner 360 kW elektrischen und 389 kW thermischen Leistung ist es, Strom und Dampf für die Produktionsprozesse zu liefern. In den ersten beiden vollen Produktionsjahren 2017 und 2018 deckte die Anlage mehr als 50 Prozent des Gesamtstrombedarfs. Die bereitgestellte Wärme erzeugt stündlich rund 210 Kilogramm Abhitze-dampf, der in den Produktionsprozess eingespeist wird. Neben zwei Pufferspeichern von jeweils 10 m³ sorgt eine unterirdische Nahwärmetrasse zum BEWITAL Werk 2 dafür, dass die produzierte Wärme optimal genutzt wird. Ende März 2019 wurde dann die erste BHKW-Anlage mit 100 kW_{el} und 167 kW_{th} aus einer Erweiterungsplanung in Betrieb genommen. Sie ersetzt nun den bisher noch benötigten produktionsunabhängigen Fremdstrom. Mit beiden KWK-Anlagen ist es BEWITAL petfood gelungen, mehr als 70 Prozent ihres Strombedarfs hocheffizient und emissionsarm im eigenen Hause zu produzieren.

Ein besonderes Augenmerk liegt bei diesem Projekt auf dem Vorteil für die Umwelt. Durch die gemeinsame Stromversorgung von beiden BHKW können jährlich sowohl der Primärenergieverbrauch als auch der CO₂-Ausstoß um mehr als 43 Prozent gegenüber einem ausschließlichen Fremdstrombezug verringert werden. Zusätzlich zeichnet sich die zweite KWK-Anlage durch die 2G eigene Lambda-1 Technologie und einem schwach aufgeladenem Turbolader aus. Dadurch erzielt das BHKW besonders niedrige Emissionen und hohe Wärmewirkungsgrade. Das innovative Anlagenkonzept passt damit zur umweltbewussten und nachhaltigen Energiestrategie des Unternehmens und erfüllt mit Emissionswerten von weniger als 50 mg/Nm³ Stickoxide (NOX) die Anforderungen an geringe Stickoxid-Grenzwerte.

Projekt Daten

- Betreiber: BEWITAL petfood GmbH & Co. KG
- Hersteller: 2G
- Leistung BHKW: 360 kW_{el}/100 kW_{el},
389 kW_{th}/167 kW_{th}
- Volumen Speicher: je 10 m³
- CO₂-Einsparung: 43 %
- NOX-Emissionen: < 50 mg/Nm³



Digitale Infrastruktur für dezentrale KWK

Die Digitalisierung ist in der Energiewirtschaft angekommen und verändert Unternehmen, Geschäftsmodelle und Geschäftsprozesse. Digitale Technologien halten immer mehr Einzug in den energiewirtschaftlichen Alltag, genau wie die allgegenwärtige und meist internetbasierte Vernetzung.

Dies gilt auch für die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), die durch die Digitalisierung noch effizienter und flexibler eingesetzt werden kann. Zum Beispiel kann mit der Einbindung von KWK-Anlagen in ein virtuelles Kraftwerk durch ein koordiniertes Einspeiseverhalten etwa Spitzenlaststrom und Regelenergie erzeugt werden, was wirtschaftliche Vorteile bringt. Die Kommunikation zwischen den KWK-Anlagen, den anderen Energieanlagen (wie z.B. PV) und der Leitstelle kann durch die aufgebaute digitale Infrastruktur sichergestellt werden.

Das Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. (GWI) veranschaulicht das Prinzip in seinem Living Lab. Hier stehen 14 Straßenleuchten, die mehr können als „nur leuchten“. Diese Straßenleuchten vom Typ MODULUS sorgen für eine flächendeckende Datenübertragung von Leuchte zu Leuchte. Damit wird jede Leuchte zu einem Hotspot. So lässt sich flexibel ein beliebig großes, hochleistungsfähiges WLAN-Mesh-Netz spannen. Von jedem Hotspot aus erfolgt die Kommunikation zu den Smart Metern und den KWK-Anlagen. Sie ist unidirektional für Smart Meter – hier können Verbrauchsdaten für Strom, Gas und Wärme ausgelesen werden. Sie ist bidirektional für KWK-Anlagen.

Bei diesen können Betriebsdaten ausgelesen und andererseits die Anlagen gesteuert werden.

Doch das Living Lab des GWI kann noch mehr: Neben einer effizienten und flexiblen Fahrweise von KWK-Anlagen, zeigt es schon heute Lösungen für bestehende Probleme bei der Verkehrsinfrastruktur ebenso wie für neue Produkte und Dienstleistungen, z.B. Smart Home, E-Mobilität, Energieeffizienz, Kommunikation, Information und Sicherheit. Damit wird das GWI das Living Lab der Energiewende.

Projektdaten

- Projektleitung: Gas-Wärme-Institut Essen e.V.
- KWK-Demonstrationshaus: 5 KWK-Anlagen 1 - 3,5 kW_e, jeweils mit thermischen Speichern
- Straßenleuchten: 14 MODULUS-Systemleuchten, Lichtleistung: LED 80-250 Watt je Laterne
- Hersteller: energiedata 4.0 GmbH
- Vertrieb: EBERO Rheinland GmbH

Impressum

EnergieAgentur.NRW GmbH
Roßstraße 92
40476 Düsseldorf

Telefon: 0211/8 3719 30
hotline@energieagentur.nrw
www.energieagentur.nrw

© EnergieAgentur.NRW GmbH/EA580

Stand

8/2019

Ansprechpartnerin

Kampagne KWK.NRW – Strom trifft Wärme
Margit Thomeczek
thomeczek@energieagentur.nrw

Bildnachweis

Titel: jotily - stock.adobe.com
Innenteil: S. 10: Stadtwerke Bochum; S. 11: SWK Energie GmbH; S. 13: Stadtwerke Kempen; S. 14: STEAG GmbH; S. 15: Stadtwerke Duisburg AG; S. 16: Wuppertaler Stadtwerke; S. 17: STAWAG/Steindl; S. 19: Windau GmbH & Co. KG; S. 20: E-quad Power Systems GmbH; S. 21: MSSC Ahle GmbH; S. 23: aha AWG und Hammelmann GbR; S. 25: Stadtwerke Lippstadt GmbH; S. 26: Stadtwerke Dinslaken GmbH; S. 27: Bosch KWK Systeme GmbH; S. 28: TURBONIK GmbH; S. 29: 2G Energy AG; S. 30: Gas-Wärme-Institut Essen e. V.

Die EnergieAgentur.NRW GmbH verwendet in ihren Veröffentlichungen allein aus Gründen der Lesbarkeit die männliche Form von Substantiven; diese impliziert jedoch stets auch die weibliche Form. Eine Nutzung von Inhalten – auch in Teilen – bedarf der schriftlichen Zustimmung.

KWK.NRW – Strom trifft Wärme

Mit ihrer Kampagne „KWK.NRW – Strom trifft Wärme“ unterstützt die EnergieAgentur.NRW den Ausbau der KWK in Nordrhein-Westfalen. Gemeinsam mit relevanten Gruppen aus Wirtschaft, Forschung, Gesellschaft und Verwaltung in NRW bündelt die Kampagne vielfältige Aktionen und Maßnahmen, die die Kraft-Wärme-Kopplungs-Technologien, ihren Nutzen und ihre Einsatzgebiete bekannter machen sollen.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen

