



# Kraft-Wärme-Kopplung in der Praxis

## Beispiele zum wirtschaftlichen und ökologischen Einsatz



# Inhalt

<b>Mit gutem Beispiel voran!</b>	4
<b>KWK.NRW – Strom trifft Wärme</b>	5
<b>Das Prinzip Kraft-Wärme-Kopplung</b>	6
<b>Zeitgemäße Versorgungslösungen</b>	7
<b>Maximal wirtschaftlich</b>	8
<b>Praxisbeispiele für Unternehmen</b>	
Dezentrale Energieerzeugung im Großmarkt	10
Früh braut lecker und hocheffizient	11
Logistiker mit kühlem Kopf	12
Moderne Heiztechnik für historische Mühle	13
MEDICE macht Strom, Wärme und Kälte selbst	14
BHKW und Nahwärmenetz sorgen für Effizienz	15
Drei BHKWs sorgen für Gemütlichkeit	16
Flüssiggasbetriebene Mikrogasturbine in Brühl	17
<b>Praxisbeispiele für Privatkunden</b>	
Brennstoffzelle für Doppelhaus	18
Stirlingmotor für Reihenhaus	18
Von Kohle zum Erdgas	19
Vom Öl zum Erdgas	19
<b>Praxisbeispiele zur allgemeinen Versorgung</b>	
Contracting für Altenpflegezentrum	20
Krankenhaus Mara	21
Düsseldorf-Garath Fernwärmeversorgung	22
Der neue Block Fortuna	23
Energie für die Zukunft einer Region	24
Fernwärmeschiene Rhein-Ruhr (FWSRR)	25

## Mit gutem Beispiel voran!



Sehr geehrte Damen und Herren,

seit Ende 2013 sind wir mit vielen Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Verbänden und Interessensvertretungen gemeinsam unter dem Dach der Kampagne KWK.NRW – Strom trifft Wärme unterwegs, um die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in unserem Land bekannter zu machen. Denn nur wenn KWK seinen Anteil an der Stromerzeugung deutlich erhöht, kann es als Instrument für den Klimaschutz seine Wirkung entfalten. Der Vorteil der KWK gegenüber der getrennten Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme liegt neben den Vorteilen für den Klimaschutz insbesondere in der deutlich besseren Ausnutzung der eingesetzten Primärenergie.

Haben Sie schon mal darüber nachgedacht, die Heizungsanlage in Ihrem Unternehmen, Ihrer Einrichtung oder Ihrem Wohnhaus durch eine KWK-Anlage zu ersetzen?

Lassen Sie sich inspirieren von der großen Bandbreite von Einsatzmöglichkeiten der KWK-Technologie: Sie 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.

Die vorliegende Broschüre mit vielen Beispielen aus der Praxis lädt Sie zum Nach- bzw. Mitmachen ein.

**Margit Thomeczek**

Leiterin der Kampagne KWK.NRW – Strom trifft Wärme

## KWK.NRW – Strom trifft Wärme Gekoppelt für den Klimaschutz

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 CO<sub>2</sub>-Emissionen herabzusetzen und den Bedarf an Primärenergie zu verringern. In Form von Blockheizkraftwerken steht diese Technik heute Unternehmen sowie zur Objektversorgung größerer Liegenschaften, wie z.B. Pflegeeinrichtungen, Hotels, Wohnungsbaugesellschaften und vielen anderen zur Verfügung.

Diese Broschüre enthält Praxisbeispiele für die verschiedenen Einsatzgebiete der KWK-Technik und veranschaulicht ihren ökologischen und ökonomischen Einsatz.

### **Das Ziel: 25 Prozent KWK-Strom in NRW bis 2020**

Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen will die Energiewende auch mit dem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) vorantreiben. Bis 2020 soll in Nordrhein-Westfalen der Anteil des Stroms, der mit KWK-Anlagen erzeugt wird, auf mindestens 25 Prozent erhöht werden.



## Das Prinzip Kraft-Wärme-Kopplung

### Strom und Wärme gleichzeitig erzeugen

Strom- und Wärmeerzeugung sind derzeit weitgehend getrennte Vorgänge. Nur in wenigen Fällen wird Wärme, die bei der Energieerzeugung in großen Kraftwerken entsteht, ausgekoppelt und per Nah- oder Fernwärme auch zum Heizen genutzt. In herkömmlichen Kraftwerken, in denen es diese Auskopplung nicht gibt, werden nur 40 bis 60 Prozent der eingesetzten Primärenergie in Strom umgewandelt. D.h. 40 bis 60 Prozent werden ungenutzt durch den Kühlturm abgegeben.

Durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) lässt sich der Gesamt- Nutzungsgrad 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.

#### Ganzjährig hoher Strom- und Wärmebedarf?

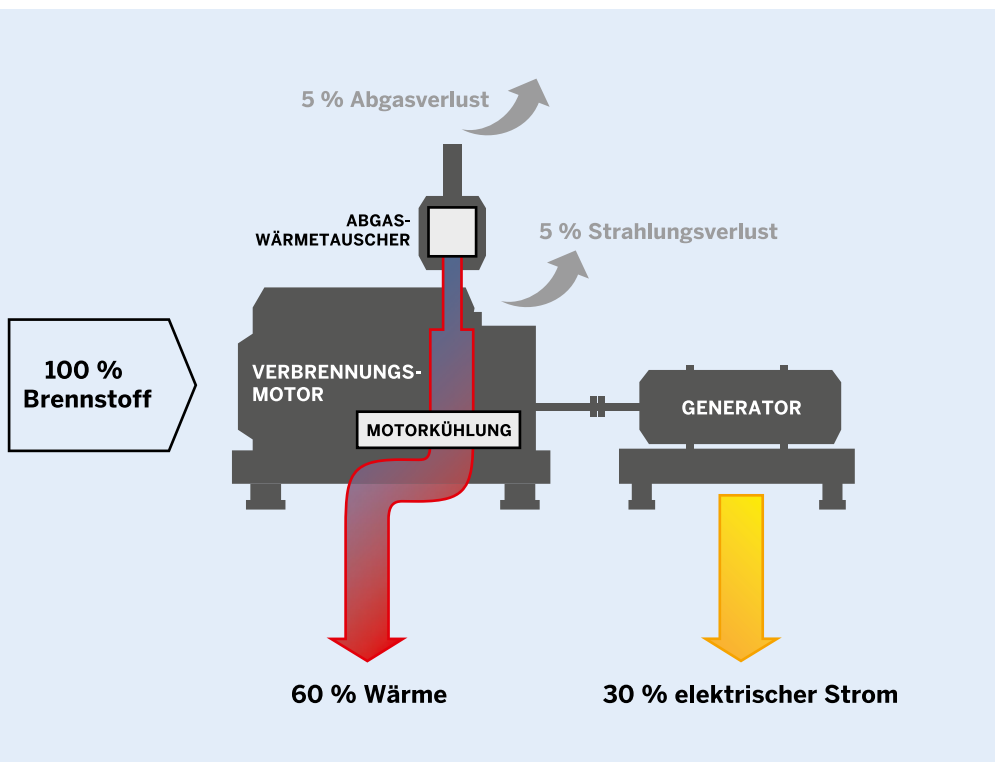
##### Für wen sich KWK lohnt

KWK lohnt sich für Unternehmen, Kommunen und Privatpersonen, die kontinuierlich einen gleichzeitigen Bedarf an Strom und Wärme bzw. Kälte haben – insbesondere dann, wenn durch den Bedarf an Prozesswärme und 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.

#### So funktioniert Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kraft-Wärme-Kopplung erfolgt in den meisten Fällen durch Verbrennungsmotoren, Gas- und/oder Dampfturbinen in Verbindung mit einem Generator. Aber auch Dampfmaschinen, Stirlingmotoren, ORC (Organic Rankine Cycle)-Anlagen und innovative Technologien wie Brennstoffzellen werden zur Kraft-Wärme-Kopplung eingesetzt. Die obige Abbildung zeigt ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Verbrennungsmotor. Dieser treibt einen Generator an, der Strom erzeugt. Im BHKW wird die Wärme aus der Motorkühlung sowie aus dem Abgas nutzbar gemacht. Somit werden die vorhandenen Wärmepotenziale optimal genutzt. Etwa 30 Prozent des Brennstoffs dienen der Erzeugung elektrischer Energie.



Energiebilanz eines Blockheizkraftwerkes



## Zeitgemäße Versorgungslösungen Energie effizient nutzen

Kraft-Wärme-Kopplung leistet durch ihre hohe Effizienz einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zur Energiewende.

Wegen der begrenzten Verfügbarkeit fossiler Brennstoffe und die durch deren Einsatz entstehenden Schadstoffe ist es wichtig, diese effektiver zu nutzen und verstärkt durch regenerative Energien zu ergänzen bzw. zu ersetzen.

Die KWK bietet dafür die passende Technik. Sie nutzt vorhandene Ressourcen so effizient wie möglich. Mit jedem BHKW in Industrie, Gewerbe oder öffentlichen Einrichtungen wird nicht nur die eigene Energiebilanz verbessert – sondern auch die von NRW und Deutschland insgesamt.

### Mit (fast) jedem Brennstoff möglich

Die Kraft-Wärme-Kopplung funktioniert mit fast jedem Brennstoff. Regenerative Energieträger wie Holz und Biogas sowie fossile Energieträger können in Strom und Wärme umgewandelt werden. In ländlich strukturierten Räumen, wie in Ostwestfalen, im Sauerland oder am Niederrhein, werden zahlreiche KWK-Anlagen auf Basis von Biogas betrieben.

Doch nicht nur bei den endlichen fossilen Energien ist es wichtig, sie so effizient wie möglich zu nutzen. Auch das energetische Potenzial erneuerbarer Energien muss mit Bedacht genutzt werden. Der Einsatz in KWK stellt eine hocheffiziente Nutzung sicher. Regenerative Energien sparen in Verbindung mit KWK deutlich mehr fossile Energien und damit CO<sub>2</sub> ein als bei der getrennten Strom- und Wärmeerzeugung.

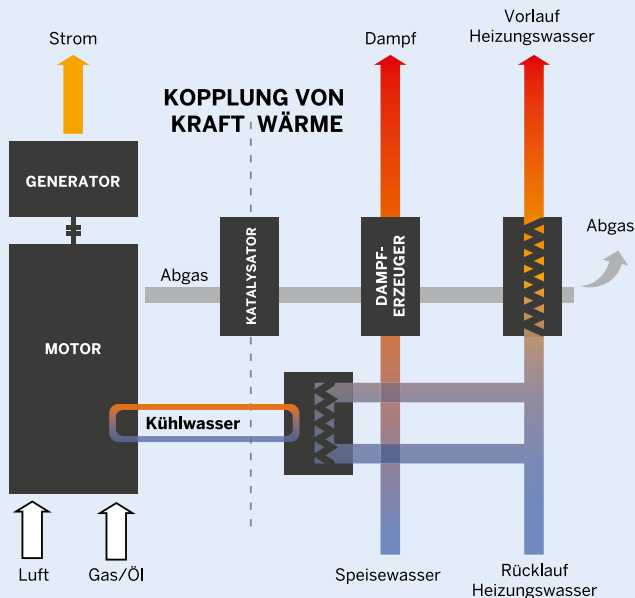
### Dezentral bestens mit Strom und Wärme versorgt

Der Ausbau der KWK-Technik leistet einen Beitrag zur Dezentralisierung der Stromproduktion. Durch die Einzelversorgung von Objekten oder Gruppen von Objekten wird die Wärme genau dort erzeugt, wo sie benötigt wird.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb sollten KWK-Anlagen im Regelfall die Wärmegrundlast des Objektes abdecken. Zur Abdeckung von Lastspitzen und zur Besicherung der KWK-Anlage werden in der Regel zusätzliche Heizkessel eingesetzt.

## Maximal wirtschaftlich Die richtige Dimensionierung

### KWK mit Dampferzeugung



Die Investitionskosten für ein BHKW sind vergleichsweise hoch. Deshalb sollte ein BHKW hohe jährliche Betriebsstunden erreichen, um wirtschaftlich zu arbeiten. Die Größe des Aggregats wird neben dem Stromverbrauch im Wesentlichen durch den Wärmebedarf bestimmt. Die Dimensionierung der Gesamtanlage bedarf im Einzelfall einer sorgfältigen technischen und wirtschaftlichen Projektierung unter Beachtung der aktuellen Marktbedingungen und deren zukünftigen Entwicklungen.

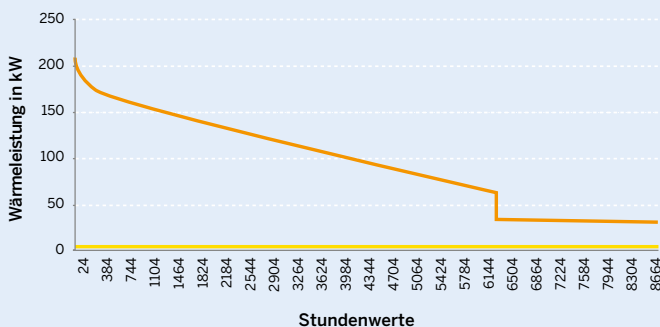
### Auslegung der Stromversorgung

Für die Ermittlung der Strom-Grundlast ist der Lastgang unerlässlich. Die Daten liegen beim Netzbetreiber üblicherweise vor, da dieser sie für die Erstellung der Stromabrechnung benötigt.

1. Bei Produktionsbetrieben mit 3- oder 4-Schichtbetrieb wird das BHKW auf die Tagesgrundlast ausgelegt.
2. Beim 1- oder 2-Schichtbetrieb kann es oft günstiger sein, das BHKW auf die Grundlast im Produktionszeitraum auszulegen. Außerhalb dieser Zeiten wird das BHKW entweder in seiner Leistung reduziert oder abgeschaltet.

Ist die elektrische Leistung kleiner als die Grundlast ausgelegt, wird der erzeugte Strom überwiegend direkt vor Ort verbraucht. Für den Betreiber hat der Strom dann die maximale Wertigkeit.

### Geordnete Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs Raumwärme + Prozesswärme



Eine Jahresdauerlinie stellt den (kumulierten) Leistungsbedarf eines Versorgungsobjektes in Abhängigkeit von der jährlich benötigten Nutzungszeit dieser Leistung dar.

### Auslegung der Wärmeversorgung

Bei Produktionsbetrieben, die Prozesswärme bis zu einem Temperaturniveau von 90 °C benötigen, können KWK-Anlagen überwiegend konventionell ausgelegt werden – die thermische Leistung des BHKW wird an den Prozesswärmebedarf angelehnt. Wird bei der Abwärmenutzung des BHKW ein Abhitzeessel in den Abgasstrom eingesetzt, ist auch eine Dampferzeugung bis zu 10 bar Sattedampf möglich (Bild oben). Darüber hinaus sind bei komplexen Industrieprozessen individuelle Lösungen notwendig.

Bei der Auslegung einer KWK-Anlage ist insbesondere die geordnete Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs zu berücksichtigen. Bei Objekten ohne Prozesswärme orientiert sich die Größe eines BHKW am Bedarf für die Raumwärme und die Brauchwassererwärmung.

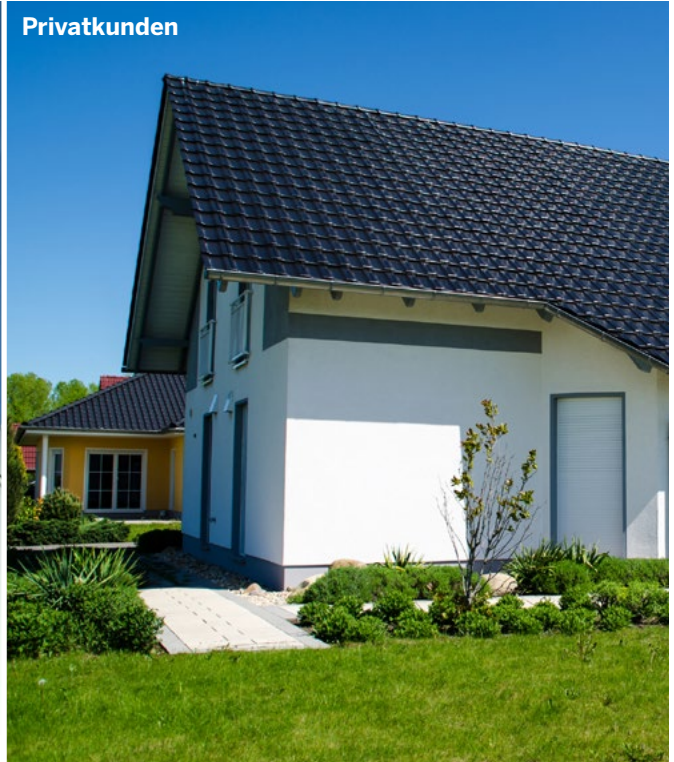


# Praxisbeispiele

Unternehmen

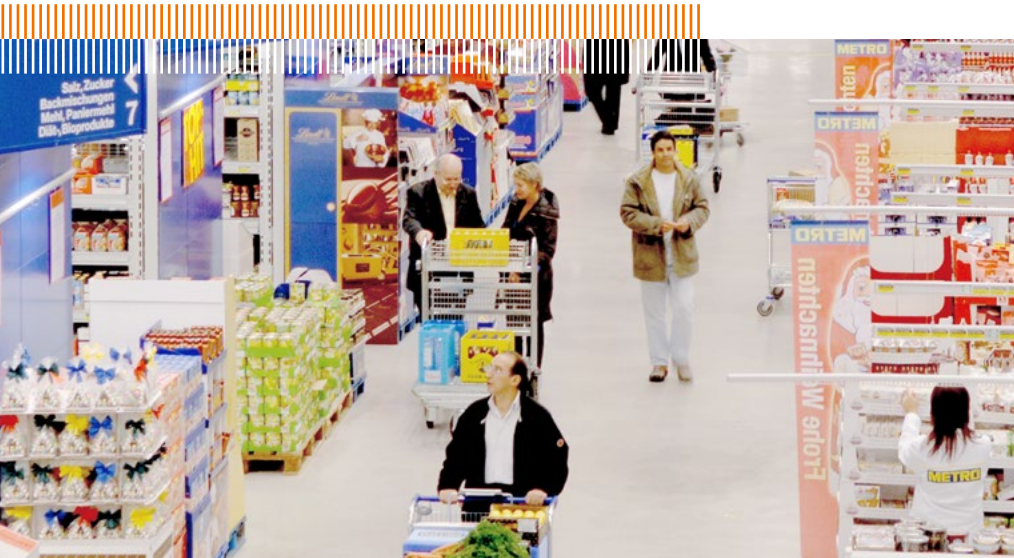


Privatkunden



allgemeine Versorgung





## Dezentrale Energieerzeugung im Großmarkt

### Ein Blockheizkraftwerk mit einer Leistung von 250 kW<sub>el</sub> sorgt für Strom und Wärme in Düsseldorf.

Das Thema Energieeffizienz hat in den letzten Jahren für die METRO GROUP zunehmend an Bedeutung gewonnen. Grund hierfür sind die steigenden Energiekosten sowie die Absicht, die mit ihrer Geschäftstätigkeit verbundenen Emissionen zu verringern. Mit seiner Energiestrategie trägt der Konzern beiden Aspekten Rechnung. Das Ziel ist klar: Den Verbrauch – und damit auch Kosten sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen – zu reduzieren.

Ein Baustein des Energiemanagements ist die Erprobung dezentraler Energielösungen. Beispielhaft hierfür steht das Blockheizkraftwerk (BHKW) im Großmarkt in Düsseldorf. Es realisiert die Energieproduktion direkt am Standort, womit das Volumen des Strombezugs und die damit verbundenen Kosten reduziert werden.

Das BHKW mit einer elektrischen Leistung von 250 Kilowatt ist hocheffizient und wärmegeführt. Für den Standort bedeutet dies: Hauptsächlich wird das BHKW zum Heizen und für die Warmwasseraufbereitung genutzt. Der Bedarf an Wärme im Markt bestimmt den Betrieb des BHKW – der Strom ist in diesem Sinne ein „Nebenprodukt“.

Mit dem BHKW kann etwa ein Viertel des Strombedarfs und der gesamte Wärmebedarf für Heizung, Klimatisierung und Warmwasseraufbereitung im Großmarkt gedeckt werden. Durch die Anlagen werden die Energiekosten am Standort verringert und die CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 20 Prozent reduziert.

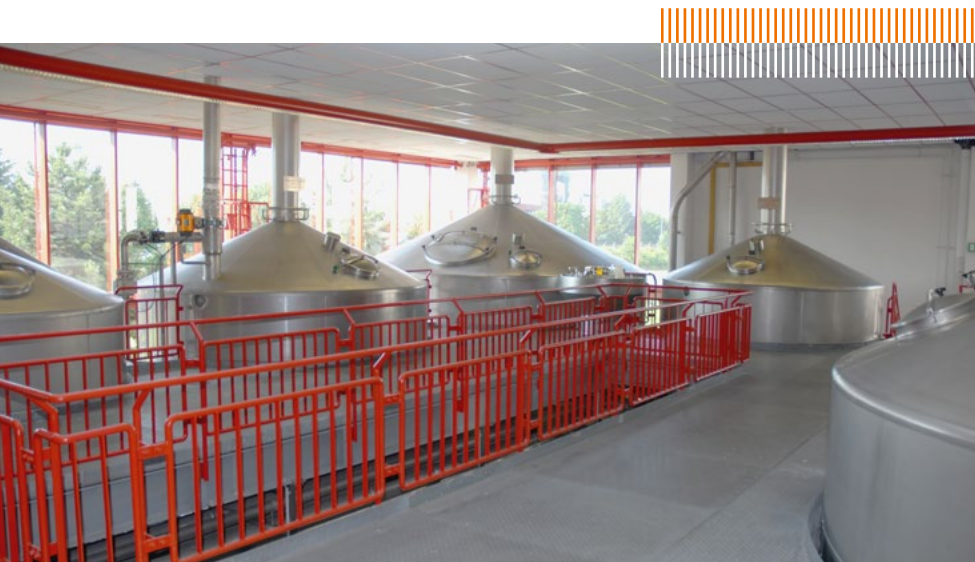
Für das Projekt konnte mit der E.ON Connecting Energies GmbH ein langfristiger Kooperationspartner gewonnen werden. Während E.ON die Anlagen plant, finanziert und baut, wird der Strom von METRO Cash & Carry als Betreiber der Anlage erzeugt.

In einem nächsten Schritt kann das dezentrale Kraftwerk am Standort Düsseldorf zusätzlich mit Solarenergie kombiniert werden. Dort wurden bereits Photovoltaik-Anlagen installiert und produzieren Energie mit Hilfe der Sonne.

#### Projektdaten

- Betreiber: Metro Cash & Carry Deutschland GmbH
- Kooperationspartner: E.ON Connecting Energies GmbH
- Ort: Düsseldorf
- Anlage: 2G Agenitor 306
- Leistung: 250 kW<sub>el</sub>, 265 kW<sub>th</sub>
- Inbetriebnahme: 7/2013
- Brennstoff: Erdgas
- Erzeugte Strommenge: ca. 1,0 Mio. kWh/a
- Erzeugte Wärmemenge: ca. 1,16 Mio. kWh/a
- CO<sub>2</sub>-Reduktion: 280 t/a
- Investitionskosten: 475.000 Euro

#### Stand 6/14



## Früh braut lecker und hocheffizient

### Dampf-BHKW-Anlage in der Früh-Brauerei erreicht über 94 Prozent Brennstoffnutzungsgrad durch konsequente Nutzung aller Wärmequellen.

Seit Mai 2014 wird „Früh Kölsch“ nicht nur nach traditioneller Braukunst, sondern auch mit hocheffizienter KWK produziert.

Das installierte BHKW-Kompaktmodul GG 198 der Firma SOKRATHERM erzeugt mit einem an einen Turbomotor gekoppelten Generator 200 Kilowatt elektrischer Leistung.

Die dabei mitentstehende Wärme wird vielfältig genutzt: Ein Dampf-Abhitzeessel erzeugt aus der Abgaswärme des BHKW Sattedampf mit 121 Kilowatt thermischer Leistung, die in das Dampfnetz der Brauerei eingespeist wird. Die Motorkühlwasserwärme inklusive der ersten Stufe der Gemischkühlung (insgesamt 120 kW) wird genutzt, um das Brauwasser von 15 auf 85 °C aufzuheizen. Für den gleichen Zweck werden aus der 2. Stufe der Gemischkühlung 20 Kilowatt Niedertemperaturwärme (ca. 40-46 °C) ausgekoppelt sowie zusätzlich bis zu 45 Kilowatt Wärme aus einem hinter dem Dampferzeuger installierten Brennwärmetauscher genutzt.

Durch die Nutzung aller vier Wärmequellen und des Stroms gewinnt das BHKW aus 538 Kilowatt Brennstoffeinsatz insgesamt bis zu 506 Kilowatt Nutzenergie und erreicht so einen Gesamtwirkungsgrad von bis zu 94,1 Prozent. Die elektrische Leistung der BHKW-Anlage wurde so gewählt, dass der erzeugte Strom das ganze Jahr über selbst genutzt werden kann.

Die erzeugte Dampfmenge reicht aus, um außerhalb der Produktionszeit sämtliche Leitungsverluste im Dampfnetz zu kompensieren und macht damit den ineffizienten Betrieb der Dampfkessel in diesem Zeitraum entbehrlich.

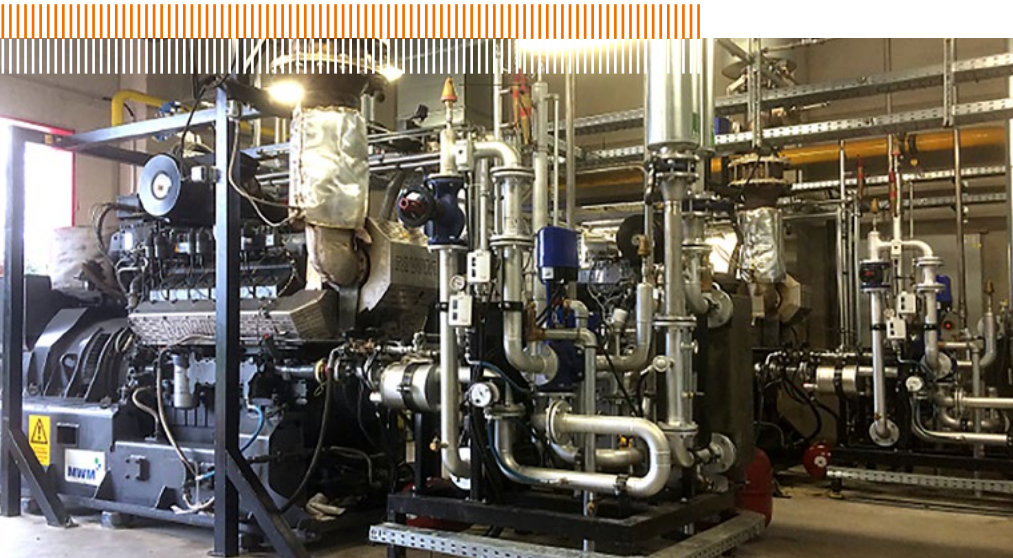
Der BHKW-Hersteller errichtete die Anlage auf dem Brauereigelände als Komplettleistung einschließlich anschlussfertig geliefertem BHKW, Betriebsgebäude und Abhitzeessel. Die Einbindung in den Betrieb und die Regelung der Verbraucher wurde durch die Betriebstechnik der Brauerei realisiert.

Die Anlage ist im ersten Betriebsjahr ca. 6.000 Betriebsstunden gelaufen, davon über 98 Prozent in Vollast. Der erzeugte Strom wird vollständig in der Brauerei verbraucht und die Stromrechnung entsprechend gesenkt. Die Investition inklusive aller Randgewerke und der Einbindung des BHKW amortisiert sich dadurch in rund drei Jahren. „Das BHKW läuft wie erwartet gut“ resümiert Axel Spelzhaus, Leiter Betriebstechnik der Brauerei. Und auch der Klimaschutz profitiert von dem Projekt: Durch die hocheffiziente Energieerzeugung wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Brauerei jährlich um 840 Tonnen reduziert.

#### Projektdaten

- Betreiber: Cölner Hofbräu P. Josef Früh KG
- Anlage: SOKRATHERM GG 198
- Ort: Köln-Feldkassel
- Leistung BHKW: 200 kW<sub>el</sub> / 306 kW<sub>th</sub>
- Inbetriebnahme: 05/2014
- Brennstoff: Erdgas
- CO<sub>2</sub>-Reduktion: 840 t/a
- Investitionskosten: 430.000 Euro
- Amortisation: ca. 3 Jahre

#### Stand 1/16



## Logistiker mit kühlem Kopf

### Dank einer Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlage werden Waren in einem Essener Lagerhaus effizient gekühlt.

Logistiker im Bereich gekühlte und tiefgekühlte Lebensmittel befinden sich auf einem hohen Energieverbrauchs-niveau. Deshalb ergriff die Logistic Services Essen (LSE) verschiedene Maßnahmen zur Einsparung von Energie. Eine der Maßnahmen war die Inbetriebnahme einer Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlage (KWKK) in einem Lagerhaus.

Die Integration einer Ammoniak-Wasser-Absorptionskälteanlage kam dort nicht in Frage, da eine Vermischung der Kältemittel aus der Absorptionskälteanlage (2-Komponenten Kältemittel) mit dem Kälte-Ammoniak-Kreislauf im Lagerhaus nicht kompatibel ist. Des Weiteren erreichen derartige Kälteanlagen Temperaturen, die im Normalkühlbereich zwischen 0°C bis + 10°C wirken. Da die LSE jedoch ihren Schwerpunkt im Bereich Tiefkälte bei Temperaturen von bis zu -25°C hat, musste eine andere Lösung her.

Die Problemlösung bestand darin, dass der Kältemittelkreislauf vom Absorptionsanlagenkaltwasservor- und -rücklauf über Wärmetauscher komplett getrennt wurde. Auf der einen Seite wird nun das gesamte flüssige Ammoniak aus dem Kältemittelkreislauf über einen Wärmetauscher geleitet, der mit einer Kaltwassertemperatur von ca. 6 - 8°C aus dem Absorber gekühlt wird. Die entnommene Wärmelast muss dann nicht mehr über die Kältemaschinen entfernt werden.

Diese Vorkühlung entlastet die Kälteanlage in hohem Maße und führt trotz des Betriebs von Wasser- und Lithiumbromid-Kreisläufen sowie Vakuumpumpen zu einer Nettostromersparnis von 550.000 Kilowattstunden pro Jahr.

Im Essener Kühlhaus dient eine abgasbefeuerte Lithiumbromidabsorptionskälteanlage zur Nutzung der Abwärmelast aus den zwei Blockheizkraftwerken, mit 8 und 12 Zylindern, die Generatoren mit 400 Kilowatt bzw. 600 Kilowatt elektrischer Leistung antreiben. Die Abgaswärme und die Motorwärme aus den Blockheizkraftwerken werden zum Verdampfen des Wassers aus der Lithiumbromid-Salzlösung genutzt, um dann über einen Kondensations- und Vakuumprozess Kaltwasser zu erzeugen.

Unter Berücksichtigung der Bezugskosten für Strom und Gas, der Wartungsgebühren, dem erhöhten Wasserverbrauch durch den Verdunster, der AfA und Zinsen für Maschinen sowie des errichteten Gebäudes und der Erstattungen bei Erdgassteuer und KWK-Zulage ergibt sich gegenüber dem Vollbezug von Strom in den Jahren 2013 bis 2018 eine deutliche Einsparung durch den Betrieb der KWKK-Anlage. Bei einer Gesamtinvestition für Maschinen und Gebäude von etwa 2,73 Millionen Euro ergibt sich eine Amortisationszeit von 5,5 Jahren.

#### Projekt-daten

- Betreiber: Logistic Services Essen GmbH & Co. KG
- Ort: Essen
- Tiefgekühltes Raumvolumen: 196.500 m<sup>3</sup>
- Leistung BHKWs: 1.000 kW<sub>el</sub>, 1.081 kW<sub>th</sub>
- Installierte Leistung Kältemaschine: 3.600 kW
- Inbetriebnahme KWKK-Anlage: Juni 2012
- Brennstoff: Erdgas
- benötigte Strommenge: ca. 7.500 MWh/a
- Erzeugte Kältemenge: 27.100 MWh/a
- CO<sub>2</sub>-Reduktion: 848 t/a
- Investitionskosten: 2,73 Mio. Euro
- Amortisationsdauer: 5,5 Jahre



## Moderne Heiztechnik für historische Mühle

**Die Wärme- und Stromversorgung in einem denkmalgeschützten Gebäude musste dringend erneuert werden. Ein BHKW und ein Brennwertheizgerät sorgen nun für Heizwärme und Strom in dem Hotel- und Restaurantbetrieb.**

In der alten Wassermühle in Wegberg verbrauchte der veraltete Ölkessel viel Energie. Für die über 1.000 Quadratmeter der gesamten Nutz- und Wohnfläche in dem Objekt galt es die Energieversorgung zu erneuern. In dem historischen Gebäude ist ein Hotel- und Restaurantbetrieb untergebracht, welcher sich über zwei Etagen erstreckt. Jetzt ersetzen ein modernes flüssiggas-betriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) mit 12,5 Kilowatt thermischer Leistung sowie ein Brennwertheizgerät mit 60 Kilowatt für Spitzenlastzeiten der Wärmeversorgung die alte Anlage. Die neue Technik spart 8.900 Euro Energiekosten pro Jahr ein, das entspricht 28 Prozent im Vergleich zur vorigen Anlage. Ein Großteil des benötigten Stroms wird nun über das BHKW produziert, die überschüssig erzeugte Energie in das öffentliche Netz eingespeist und entsprechend der gültigen Konditionen vergütet. Innerhalb von 15 Jahren werden so insgesamt über 160.000 Euro eingespart. Eingerechnet sind geschätzte Preissteigerungsraten von fünf Prozent.

Der Umstieg von Öl auf Flüssiggas bedeutet eine zusätzliche Ersparnis beim Energieeinkauf von ungefähr 15 bis 20 Prozent. Außerdem: Bei Überschwemmungen oder anderen Schadensfällen gefährdet Flüssiggas das Grundwasser nicht, denn es verdampft rückstandslos an der Oberfläche. In Naturschutzgebieten wie im Fall der alten Wassermühle ist dies eine passende Lösung.

Pro Jahr werden nun dank BHKW und Brennwerttechnik 30 Tonnen weniger CO<sub>2</sub> erzeugt. Zusammen decken die beiden Geräte den Jahresbedarf des Betriebs von 100.000 Kilowattstunden Strom und 1.200 Litern pro Tag Warmwasserbereitung ab. Bei der Finanzierung und Abwicklung des Projektes entschied sich die Besitzerin für eine Contracting-Lösung von german contract.

Von der Planung über die Deinstallation alter Technik, bis hin zu der Installation der neuen Anlage, regelmäßigen Wartungen und dem Notdienst – alle Leistungen werden von einer monatlichen Rate über eine Laufzeit von 15 Jahren abgedeckt.

### Projektdaten

- Betreiber: gc Wärmedienste GmbH (german contract)
- Brennstofflieferant: PRIMAGAS Energie GmbH & Co. KG
- Brennstoff: Flüssiggas
- Ort: Wegberg
- Leistung BHKW: 5,5 kW<sub>el</sub>, 12,5 kW<sub>th</sub>
- Leistung Brennwertgerät: 60 kW<sub>th</sub>
- Inbetriebnahme: 2013
- Strombedarf: ca. 100.000 kWh/a
- CO<sub>2</sub>-Reduktion: 30 t/a
- Contracting-Investitionskosten: ca. 50.000 Euro

### Stand 8/15



## MEDICE macht Strom, Wärme und Kälte selbst

### Pharmaunternehmen setzt auf KWKK.

MEDICE ist ein mittelständisches, pharmazeutisches Unternehmen mit Sitz und Produktionsstandort in Iserlohn. Als eines der Top 50 Pharmahersteller in Deutschland nimmt das Unternehmen die Energiewende sehr ernst und hat einige Maßnahmen ergriffen, um mit Ressourcen verantwortlich und sparsam umzugehen. Aus dieser Verantwortung heraus entschied sich das familiengeführte Unternehmen im Jahr 2011 zur Einrichtung eines Blockheizkraftwerks für die eigene Stromerzeugung. Neben Strom liefert es auch Wärme und Kälte.

Nach einer umfangreichen Analyse der Energieverbräuche durch die örtlichen Stadtwerke ergaben sich für MEDICE verschiedene Empfehlungen zur Optimierung des Energiemanagements. Umgesetzt wurde ein erdgasbetriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) mit hohem Nutzungsgrad. Das BHKW hat eine elektrische Leistung von 240 Kilowatt und deckt damit die Grundlast am Strombedarf des Unternehmens ab.

Da Kälte für die sensiblen Produktionsabläufe bei MEDICE ebenso unerlässlich ist, wurde das BHKW mit einer modernen Absorptionskältemaschine kombiniert. Diese kombinierte Technologie wird als Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) bezeichnet.

Die Kälteproduktion führt zu einer besseren Auslastung des BHKW speziell in den Sommermonaten, wenn im Unternehmen kein Raumwärmebedarf besteht. Da auch in den Wintermonaten Kälte für den Produktionsprozess notwendig ist, wird der Rückkühler der Absorptionskälteanlage in dieser Jahreszeit zur freien Kühlung eingesetzt.

Da das Unternehmen einen jährlichen Strombedarf von ca. 4 Millionen Kilowattstunden hat, wurden ergänzend zum BHKW auf den Dächern des Unternehmens Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 213 Kilowatt installiert. Mit den Photovoltaikanlagen und dem ersten BHKW wird rund die Hälfte des jährlichen Strombedarfs selbst erzeugt.

Hier sah das Unternehmen noch mehr Potential und hat deshalb im Dezember 2013 ein weiteres BHKW mit einer Leistung von 140 Kilowatt installiert. Insgesamt wird so mittlerweile ca. 75 Prozent des benötigten Stroms selbst produziert. Zusätzlich werden seitdem ca. 300 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr vermieden.

#### Projektdaten

- Betreiber: MEDICE
- Ort: Iserlohn
- Leistung PV-Anlage: 213 kW
- Leistung 1. BHKW: 240 kW<sub>el</sub>, 375 kW<sub>th</sub>
- Inbetriebnahme: 11/2012
- Leistung 2. BHKW: 140 kW<sub>el</sub>, 220 kW<sub>th</sub>
- Inbetriebnahme: 12/2013
- Brennstoff (BHKW): Erdgas
- Leistung Absorptionskälteanlage: 400 kW<sub>th</sub>
- Leistung freier Kühler: 400 kW<sub>th</sub>
- Heizölsparsnis: > 300.000 l/a
- Stromersparnis: > 500.000 kWh/a
- CO<sub>2</sub>-Reduktion: > 1500 t/a
- Investitionskosten (gesamt): ca. 1,8 Mio. Euro

#### Stand 12/13



## BHKW und Nahwärmenetz sorgen für Effizienz

### Elektromotorenhersteller setzt auf KWK.

Die Groschopp AG mit Sitz in Viersen gehört aktuell zu den weltweit führenden Unternehmen auf dem Gebiet der elektrischen Antriebstechnik. Das Leistungsspektrum umfasst die Entwicklung, die Produktion und den Vertrieb von Motoren, Getrieben und Reglern unterschiedlichster Bauart.

Für das energieintensive Unternehmen ist es selbstverständlich, sich auch Gedanken zur Effizienzsteigerung bei der Energieversorgung zu machen. Die besondere Herausforderung ist dabei, die erforderliche Prozesswärme mit den bestehenden vier Heizsystemen zu koordinieren.

In Zusammenarbeit mit der EnergieConcept GmbH (EC) führten diese Überlegungen zu einem Blockheizkraftwerk (BHKW). Die EC entwickelte ein Gesamtkonzept, das die zentrale Versorgung der vier Heizsysteme sowie der Produktion auf einer beheizten Fläche von 7.216 Quadratmeter mit einer KWK-Anlage in Verbindung mit einem Nahwärmenetz als Ringleitung gewährleistet.

Das BHKW verfügt über eine elektrische Leistung von 142 Kilowatt. Ein Jahresnutzungsgrad von 88 Prozent wird angestrebt. Derzeit werden 753 Megawattstunden Strom pro Jahr erzeugt. Der hohe Nutzungsgrad bedingt sich vor allem durch die Einbindung von vier Pufferspeichern mit einem Speichervolumen von je 5.000 Litern. Die verbleibenden beiden Heizkessel müssen somit nur noch selten für die Wärmeversorgung einspringen.

Über das Nahwärmenetz werden die Öfen, welche die Gehäuse der Elektromotoren backen und deren Lackierung trocknen, vorgeheizt. Das gesamte Wärmenetz erstreckt sich über eine Länge von 400 Metern.

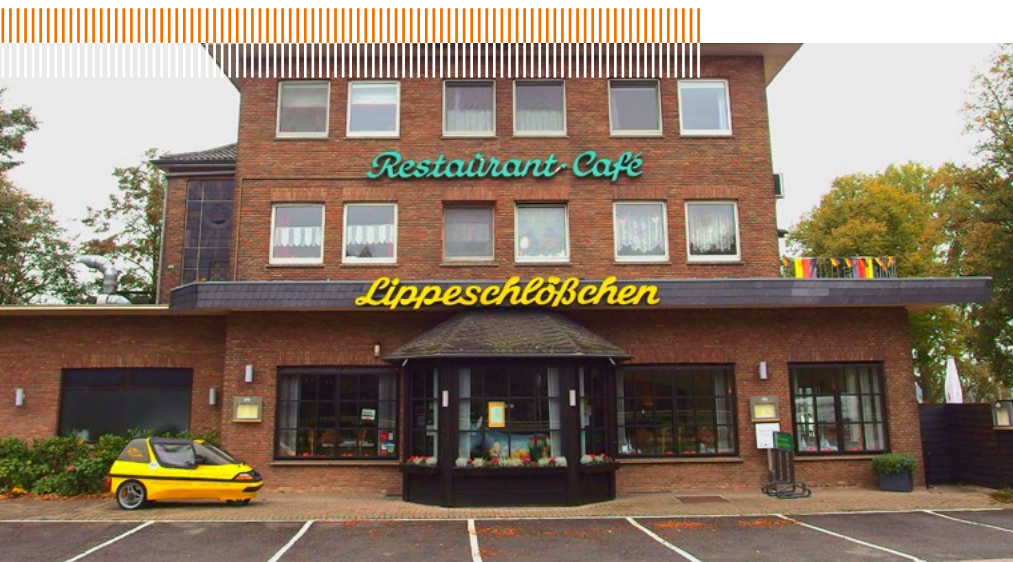
Als besonders effektive Maßnahme stellte sich die Ausstattung des Blockheizkraftwerks mit einem Kondensator sowie einer Wärmerückgewinnung heraus.

Die Errichtung des BHKW und der Aufbau des Nahwärmenetzes führten zu einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von 108.000 Tonnen pro Jahr. Das BHKW allein amortisierte sich in weniger als zwei Jahren.

#### Projektdaten

- Beheizte Fläche: 7.216 m<sup>2</sup>
- Nutzenergie: 2.436 MWh/a
- Stromverbrauch: 1.188 MWh/a
- BHKW wärmegeführt: MP 150 duoWRG
- Installierte Leistung: 142 kW<sub>el</sub>, 207 kW<sub>th</sub>
- Wirkungsgrade: 40 %<sub>el</sub>, 58 %<sub>th</sub>
- Stromerzeugung: 753 MWh/a
- Wärmeerzeugung: 1.097 MWh/a
- Vollbenutzungsstunden: 5.299 h
- Realisierte Einsparung: ca. 100.000 Euro/a

Stand 10/15



## Drei BHKWs sorgen für Gemütlichkeit

### Seit mehr als 10 Jahren versorgt sich das Restaurant Lippeschlösschen selbst mit Energie – über drei BHKWs.

Vor den Toren Wesels liegt das traditionsreiche Restaurant Lippeschlösschen. Bis zu 160 Gäste finden im Restaurant Platz. Eine effiziente und umweltfreundliche Energieversorgung lag Geschäftsführer Ulrich Langhoff schon immer am Herzen.

Im Jahr 2000 ließ er das erste Blockheizkraftwerk im Keller seines Restaurants installieren, um seine Energie selbst zu erzeugen. Mittlerweile versorgen drei Blockheizkraftwerke (BHKW) der Firma SenerTec das Restaurant mit Strom und Wärme. Dabei wird der Wärmebedarf des Gebäudes komplett über die BHKW abgedeckt. Insgesamt werden somit ca. 1.200 Quadratmeter bewirtschafteter Gastronomie- und Wohnfläche versorgt. Ungefähr zwei Drittel des erzeugten Stroms werden im Objekt selbst verbraucht. Der Rest wird ins öffentliche Netz eingespeist.

Die drei Blockheizkraftwerke werden mit Heizöl betrieben. Der Gesamtnutzungsgrad eines BHKWs beläuft sich auf 89 Prozent. Das bedeutet, dass 89 Prozent der im Brennstoff gebundenen Energie in Strom und Wärme umgewandelt werden. Jedes BHKW verfügt über eine elektrische Leistung von 5,3 Kilowatt und eine thermische Leistung von 10,5 Kilowatt.

Die drei BHKWs sind in Kaskade geschaltet. Das heißt, dass die BHKWs, je nach Energiebedarf, nacheinander eingeschaltet werden. Dadurch kommen alle drei Anlagen auf insgesamt ca. 13.400 Betriebsstunden in einem Kalenderjahr.

Zwei Warmwasserspeicher mit einer Größe von je 500 Litern speichern darüber hinaus überschüssige Wärme. Zusätzlich ließ Inhaber Ulrich Langhoff im September 2014 eine E-Bike Ladestation vor seinem Restaurant installieren. Dort können Besucher ihr E-Bike mit kostenlosem Strom aus den BHKWs aufladen.

#### Projektdaten

- Betreiber: Restaurant Lippeschlösschen
- Ort: Wesel
- Anlagen: 3x SenerTec Dachs HR 5.3
- Leistung BHKWs: je 5,3 kW<sub>el</sub>, 10,5 kW<sub>th</sub>
- Inbetriebnahme: 02/2000, 10/2003, 01/2013
- Brennstoff: Heizöl
- Erzeugte Strommenge: ca. 78.000 kWh/a
- Erzeugte Wärmemenge: ca. 122.145 kWh/a
- Betriebsstunden BHKWs: ca. 13.400 h/a
- Ölverbrauch: ca. 24.000 l/a
- Kapazität Warmwasserspeicher: 2x 500

Stand 11/14





## Flüssiggasbetriebene Mikrogasturbine in Brühl

**Deutschlands erste flüssiggasbetriebene Mikrogasturbine produziert Strom, Wärme, Kälte und dient zur Ersatzstromversorgung.**

Die Firma Rheingas hat gemeinsam mit der FH Aachen die erste flüssiggasbetriebene Mikrogasturbine in Deutschland entwickelt. Kernziel des Vorhabens war es, die Funktionsfähigkeit der Mikrogasturbine mit dem Energieträger Flüssiggas zu beweisen und dem Markt, als Alternative zur bereits eingeführten BHKW-Technologie, zur Verfügung zu stellen.

Seit Mai 2009 befindet sich die flüssiggasbetriebene Mikrogasturbine auf dem Dach des Energieversorgers und versorgt das Unternehmen mit Strom und Wärme. Jetzt übernimmt die Turbine, durch die Kombination mit einer Absorptionskältemaschine, die Kühlung des Serverraums und der Büroräume im Hauptgebäude. Im Fall eines Stromausfalls wechselt die Turbine in den Inselbetrieb und versorgt ausschließlich den Serverraum mit Elektrizität.

Die im Einsatz befindliche Mikrogasturbine ist eine umwelt-freundliche KWK-Anlage mit einer elektrischen Leistung von 30 Kilowatt und einer thermischen Leistung von 68 Kilowatt.

Auf Grund der kompakten und leichten Bauweise und den geringen Vibrationen ist das Haupteinsatzfeld der Mikrogasturbine die dezentrale Energieversorgung.

Der Energieträger Flüssiggas passt wegen seiner physikalischen Eigenschaften ideal zum Haupteinsatzfeld der Mikrogasturbine.

Flüssiggas ist leicht zu transportieren und praktisch überall verfügbar. Da Flüssiggas über einen Druck von 3-5 bar verfügt, ist beim Betrieb einer Mikrogasturbine kein interner Brenngasverdichter notwendig. Dies bedeutet eine Verbesserung des elektrischen Wirkungsgrades um 2 Prozent gegenüber Erdgas.

In einer ähnlichen Anlage, wie in der Raststätte Hegau Ost, liegt die Amortisationszeit bei 3,5 Jahren.

### Projektdaten

- Betreiber: Propan Rheingas GmbH & Co. KG
- Projektbeteiligte: FH Aachen, Fachbereich Energietechnik, Institut Nowum-Energy
- Ort: Brühl
- Leistung Mikrogasturbine: 30 kW<sub>el</sub>, 68 kW<sub>th</sub>
- Inbetriebnahme: 05/2009
- Brennstoff: Flüssiggas
- Erzeugte Strommenge: 109.069 kWh/a
- Erzeugte Wärmemenge: 247.223 kWh/a
- Investitionskosten: 128.000 Euro

**Stand 7/14**

## Brennstoffzelle für Doppelhaus

Im Rahmen des Projektes „100 KWK Anlagen in Bottrop“ wurde die alte Öl-Heizungsanlage durch den Einbau einer Brennstoffzelle und einer Gas-Brennwerttherme modernisiert. Insgesamt umfasst das Objekt mehrere Gebäude mit einer Gesamtfläche von rund 400 Quadratmetern. Die thermische Leistung der Brennstoffzelle von 600 Watt kann hier über das ganze Jahr hinweg in die Wärmeversorgung des Objektes eingebunden werden. Neben der thermischen Leistung produziert die Brennstoffzelle kontinuierlich rund 1,5 Kilowatt elektrische Leistung.

Durch eine hohe Grundlast von rund 15.000 Kilowattstunden pro Jahr kann ein Großteil des erzeugten Stromes selbst genutzt werden. Dies ist für die Wirtschaftlichkeit der Brennstoffzelle von Vorteil.

### Objektdaten

- Objektart: Doppelhaus
- Fläche: 400 m<sup>2</sup>
- Baujahr: 1987
- Bewohner: 6 Personen
- Alte Heizung: 11 Jahre
- Energiebezug: ca. 4.500 l Öl/a

### Umsetzung

- Anlage: CFCL BlueGen inkl. Zusatzheizgerät
- Handwerk: Smit GmbH
- Installation: 15.08.2014

### Seit Installation der Anlage

- Produzierter KWK-Strom: 3.783 kWh
- Stromeigennutzungsanteil: 79 %
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: 1,2 t CO<sub>2</sub>



## Stirlingmotor für Reihenhaus

In einem Reihenendhaus aus dem Jahr 1956 wurde die erste Anlage im Rahmen des Projektes „100 KWK-Anlagen in Bottrop“ installiert. Die 120 Quadratmeter Wohnfläche der dreiköpfigen Familie wurde zuvor über eine 20 Jahre alte Gasheizung mit Wärme versorgt. Diese Anlage wurde nun durch eine KWK-Anlage mit Stirlingmotor und integrierter Brennwerttherme zur Spitzenlastabdeckung sowie einen großen Pufferspeicher für die Heizung und die Warmwasserbereitung ersetzt.

Die Installation der Anlage erfolgte in diesem Objekt auf engstem Raum.

### Objektdaten

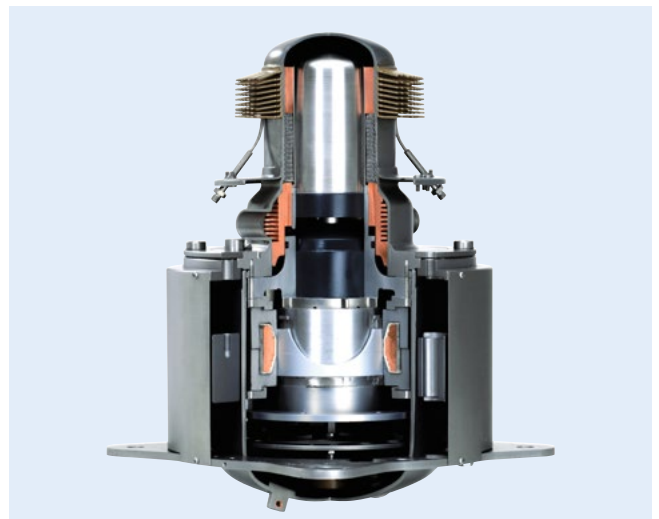
- Objektart: Doppelhaus
- Fläche: 120 m<sup>2</sup>
- Baujahr: 1956
- Bewohner: 3 Personen
- Alte Heizung: 20 Jahre
- Energiebezug: ca. 32.000 kWh Erdgas/a

### Umsetzung

- Anlage: Brötje EcoGen WGS 20.1
- Handwerk: Uwe Pyschny GmbH
- Installation: 12.12.2013

### Seit Installation der Anlage

- Produzierter KWK-Strom: 2.650 kWh
- Stromeigennutzungsanteil: 62 %
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: 1,9 t CO<sub>2</sub>



## Von Kohle zum Erdgas

Das Wohnobjekt stammt aus dem Jahr 1919. Es verfügt über eine Wohnfläche von 160 Quadratmetern und wird von zwei Personen bewohnt. Das Doppelhaus wurde – wie in der oberen Abbildung ersichtlich – zuvor über eine 24 Jahre alte Kohleheizung mit Wärme versorgt. Im Rahmen des Projektes wurde die Heizungsanlage durch eine KWK-Anlage mit einem Stirling-Motor ersetzt.

Durch die Umstellung auf den Energieträger Erdgas konnte der Nutzerkomfort enorm erhöht werden. Das KWK-System besteht in diesem Objekt aus einem Systempaket mit integrierter Spitzenlasttherme und einem Pufferspeicher für die gepufferte Wärmeversorgung.

### Objektdaten

- Objektart: Doppelhaus
- Fläche: 160 m<sup>2</sup>
- Baujahr: 1919
- Bewohner: 2 Personen
- Alte Heizung: 24 Jahre
- Energiebezug: 5-6 t Kohle/a

### Umsetzung

- Anlage: Viessmann Vitotwin 300 W
- Handwerk: Smit GmbH
- Installation: 07.03.2014

### Seit Installation der Anlage

- Produzierter KWK-Strom: 1.695 kWh
- Stromeigennutzungsanteil: 34 %
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: 2,1 t CO<sub>2</sub>

## Vom Öl zum Erdgas

Das Einfamilienhaus aus dem Jahr 1981 mit rund 133 Quadratmetern Wohnfläche wurde zuvor mit einer 25 Jahre alten Öl-Heizung mit Wärme versorgt. Die Heizungsanlage wurde nun durch einen Gas-Verbrennungsmotor mit einer elektrischen Leistung von 1 Kilowatt modernisiert.

Das installierte System besteht aus einem zusätzlichen Spitzenlastgerät und einem Pufferspeicher für die Heizung und die Warmwasserbereitung. Durch die Umstellung von Öl auf den Energieträger Erdgas konnte die Aufstellfläche der zuvor installierten Öltanks für die Installation der neuen Anlage genutzt werden.

### Objektdaten

- Objektart: EFH
- Fläche: 133 m<sup>2</sup>
- Baujahr: 1981
- Bewohner: 2 Personen
- Alte Heizung: 25 Jahre
- Energiebezug: 3.000 l Öl/a

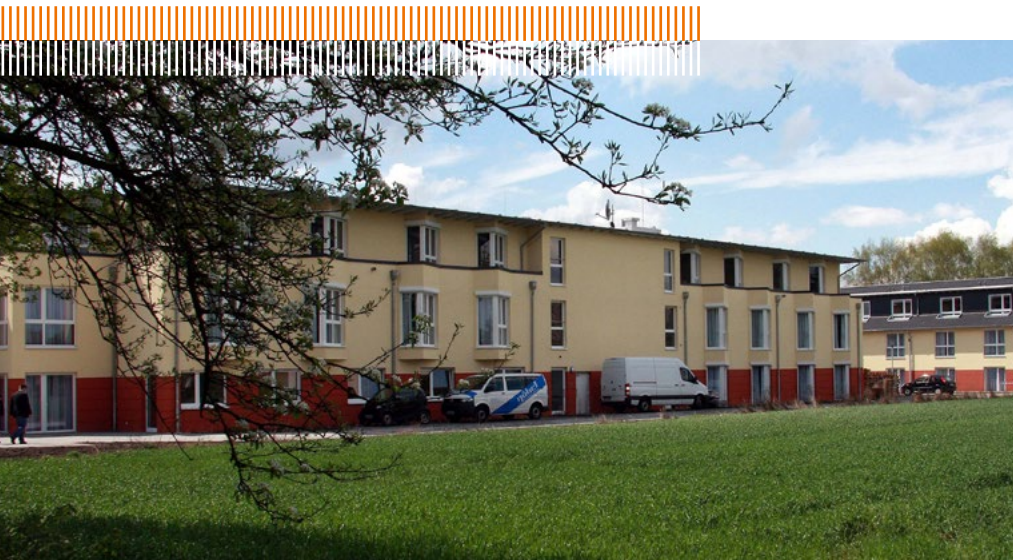
### Umsetzung

- Anlage: Vaillant EcoPower 1.0
- Handwerk: Huxel GmbH
- Installation: 07.02.2014

### Seit Installation der Anlage

- Produzierter KWK-Strom: 4.210 kWh
- Stromeigennutzungsanteil: 34 %
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: 2,5 t CO<sub>2</sub>





## Contracting für Altenpflegezentrum

### In Oberhausen setzt der ASB auf energieeffiziente Wärme.

In einem Altenpflegeheim in Oberhausen-Holten wird auf Effizienz gesetzt. Die Energieversorgung Oberhausen betreibt dort ein Blockheizkraftwerk und eine solarthermische Anlage.

Im Juni 2012 eröffnete der Arbeiter-Samariter-Bund (ASB) in Oberhausen-Holten eine neue Altenpflegeeinrichtung mit 64 Betten. Neben der allgemeinen Altenpflege im Hauptgebäude ist in dem gesamten Komplex auch ein Zentrum untergebracht, das speziell auf die Versorgung von demenzerkrankten Menschen eingestellt ist. Dafür bietet der Standort Plätze für dreimal zehn Bewohner, die jeweils in Wohngemeinschaften betreut werden. Zwölf Tagespflegeplätze ergänzen zudem das Angebot des ASB.

Insgesamt erfüllen die Gebäude den Effizienzhaus-Standard 70, das heißt, der Primärenergiebedarf liegt 30 Prozent unter den Anforderungen der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009.

In der neuen Einrichtung wird auf Energieeffizienz gesetzt. Ein erdgasbetriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW), eine 42 Quadratmeter große Solarfläche und ein Spitzenlastbrennwertkessel sorgen für eine hocheffiziente und umweltschonende Energieversorgung.

Verglichen mit einer konventionellen Brennwertanlage werden durch die innovative Anlagen-Kombination jährlich 25 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart. Aufgrund seiner Brennwertnutzung erzielt das BHKW vom Typ Vitobloc 200 einen Gesamtwirkungsgrad von 96 Prozent.

Der Einsatz solcher BHKW ist immer dann sinnvoll, wenn – wie in diesem Fall – eine dauerhafte Wärmeabnahme und möglichst lange Laufzeiten für die Stromerzeugung gegeben sind. Dazu zählen zum Beispiel auch Anwendungen in Hotels, Wohnanlagen von 30 bis 50 Wohneinheiten, Ferienanlagen, Schwimmbädern und bei Industrie, Handel (Einkaufszentren) und Gewerbe.

Die Planung und Errichtung der Wärmeerzeugungsanlage lag in den Händen der Energieversorgung Oberhausen AG (evo). Sie betreibt diese Anlage im Contracting und führt damit auch alle notwendigen Wartungs- und Reparaturarbeiten durch. Der Betrieb des BHKW wird über Datenfernübertragung von der evo überwacht.

Der ASB profitiert zusätzlich durch geringere Investitionskosten und durch eine bessere Energiekostenplanung durch das externe Contracting.

#### Projektdaten

- Betreiber: Energieversorgung Oberhausen AG (evo)
- Ort: Oberhausen
- Objekt: Altenpflegeeinrichtung mit 64 Betten
- Leistung BHKW: 18 kW<sub>el</sub> / 36 kW<sub>th</sub>
- Inbetriebnahme: 06/2012
- Brennstoffe: Erdgas
- Leistung Brennwertkessel: 240 kW
- Solarthermische Anlage: 42 m<sup>2</sup> zur Trinkwassererwärmung
- und Heizungsunterstützung
- CO<sub>2</sub>-Reduktion: 25 t/a
- Investitionskosten: 140.000 Euro



## Krankenhaus Mara

### 200.000 Euro im Jahr sparen dank BHKW.

Das Krankenhaus Mara in Bielefeld setzt bei der Energieversorgung auf ein Blockheizkraftwerk (BHKW). Das BHKW hat eine thermische Leistung von 216 kW und eine elektrische Leistung von 142 Kilowatt. Der Investition von rund 750.000 Euro stehen jährliche Einsparungen von rund 200.000 Euro gegenüber.

Aufgrund steigender Energiepreise und den damit verbundenen steigenden Kosten entschied sich das Krankenhaus nach einer ersten Beratung durch die EnergieAgentur NRW, einen Teil des Energiebedarfs durch Eigenerzeugung selbst zu decken. Das BHKW arbeitet nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung, das heißt, dass neben Strom ebenso Wärme erzeugt wird, die zum Beispiel zur Beheizung verwendet werden kann.

Das BHKW hat zwar einerseits höhere Investitionskosten als normale Heizkessel, diese Mehrkosten lassen sich allerdings über die eigene Strom- und Wärmeerzeugung refinanzieren. Das ist aber nur möglich, wenn das BHKW möglichst viele Betriebsstunden aufweist. Daher wird das BHKW für die Grundlast des Wärmebedarfs des Objektes ausgelegt. Für den höheren Wärmebedarf in der kalten Jahreszeit unterstützen dann herkömmliche Heizkessel die Wärmeversorgung. Im Fall des Bielefelder Krankenhauses wurden neben dem BHKW auch noch drei Heizkessel installiert.

Das BHKW deckt 40 Prozent des Wärmebedarfs und 60 Prozent des Strombedarfs des Krankenhauses ab. Hauptstromverbraucher sind unter anderem diagnostische Geräte, zum Beispiel der Kernspintomograph (MRT).

Um die Effizienz der BHKW-Anlage in den Sommermonaten, in denen nur ein geringer Wärmebedarf besteht, zu gewährleisten, wurden zusätzlich noch drei Pufferspeicher mit jeweils 1.500 Litern zur Zwischenspeicherung der Wärme installiert. Dadurch wird ein kontinuierlicher Betrieb des BHKW erreicht und ein Takten (ständiges Ein- und Ausschalten) verhindert.

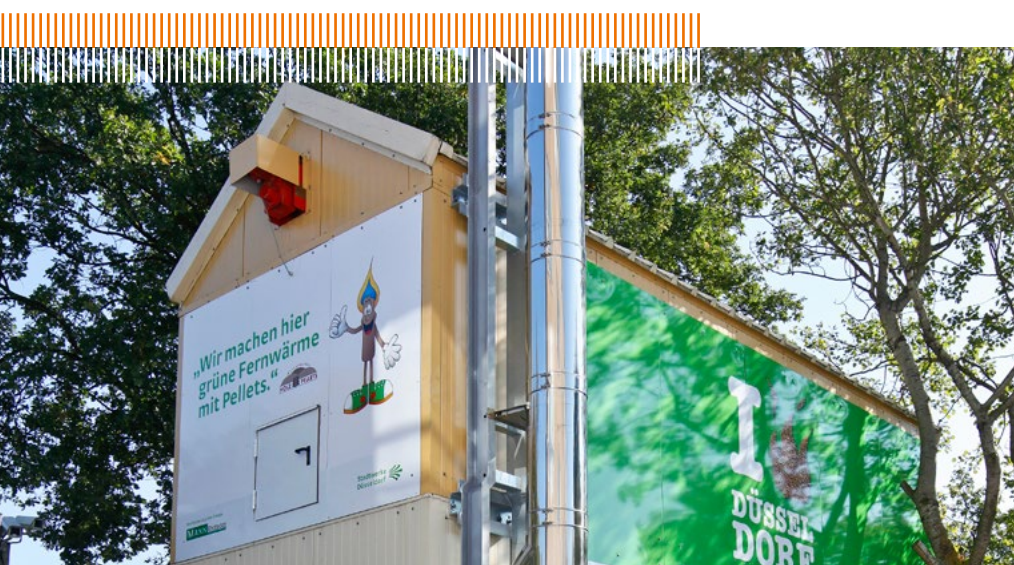
Gleichzeitig wurde auch noch die Heizzentrale modernisiert und ein hydraulischer Abgleich des Heizungssystems durchgeführt, was die Effizienz des Heizungssystems weiter verbesserte. Für die Zukunft ist auch noch der Anschluss eines Neubaus an die Heizzentrale geplant, was eine bessere Auslastung und Effizienz der Wärmeerzeugung zur Folge hat.

Das Krankenhaus Mara wurde 1933 eröffnet. Träger sind die v. Bodelschwingschen Stiftungen Bethel. Die Planung und Ausführung des Projektes wurde von der Abteilung Bau/Technik/IT des Evangelisches Krankenhauses Bielefeld gGmbH durchgeführt.

#### Projektdaten

- Thermische Leistung: 216 kW
- Elektrische Leistung: 142 kW
- Betriebsstunden: > 8000 / a
- Investitionskosten: 750.000 Euro
- Jährliche Ersparnis: 200.000 Euro
- Pufferspeicher: 3 x 1.500

#### Stand 6/15



## Düsseldorf-Garath Fernwärmeversorgung

### Mit Holz im Doppelpack!

Im Jahre 2007 nahmen die Stadtwerke Düsseldorf am Standort ihres Kraftwerks (KW) in Garath ein Biomasse-Heizkraftwerk (HKW), das mit Holz befeuert wird, in Betrieb. Der in dem Biomasse-HKW erzeugte Dampf wird in einer Dampfturbine mit 3,5 Megawatt elektrischer Leistung verstromt und ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Die Kondensationswärme in Höhe von 10 Megawatt wird in das Fernwärmenetz des Düsseldorfer Stadtteils Garath eingespeist und deckt damit den Grundlast-Wärmebedarf ab. Durch das Biomasse-HKW ist der Anteil der erneuerbaren Energien im Fernwärmenetz auf knapp 50 Prozent gestiegen.

Im September 2013 haben die Stadtwerke Düsseldorf mit ihrem Partner MANN Naturenergie zusätzlich am Standort ein mobiles Pelletheizhaus mit 0,88 Megawatt Wärmeleistung in Betrieb genommen. Die mit Holzpellets befeuerte Anlage speist die erzeugte grüne Fernwärme ebenfalls in das Fernwärmenetz von Garath ein.

Mit seiner Wärmeleistung von 880 Kilowatt wird das Pelletheizhaus hauptsächlich in der Übergangszeit und im Winter im Mittellastbereich des Kraftwerks eingesetzt und produziert etwa 5 Millionen Kilowattstunden Wärme. Damit kann der Verbrauch von Erdgas, über die Leistung des bestehenden HKW Garath hinaus, weiter verringert werden. Das HKW Garath liefert damit nicht nur einen Beitrag zur umweltschonenden Wärmeversorgung des Stadtteils, sondern auch zur Erreichung der Klimaschutzziele der Landeshauptstadt Düsseldorf.

### Was sind eigentlich Pellets?

Pellets werden unter hohem Druck aus getrocknetem, naturbelassenem Restholz (z.B. Hobelspäne oder Sägemehl) zu zylindrischen Sticks gepresst. Ein Kilo dieser, bis zu knapp 5 Zentimeter langen und 0,5 Zentimeter dicken Pellets hat einen Energiegehalt von vergleichsweise 0,5 Liter Heizöl oder 0,5 Kubikmeter Erdgas. Holzpellets verbrennen klimaneutral, weil beim Verbrennen nur genau die Menge CO<sub>2</sub> frei wird, die der Baum während des Wachstums gebunden hat.

#### Projektdateien

- Betreiber Biomasse-HKW: Stadtwerke Düsseldorf
- Betreiber Pelletheizhaus: MANN Naturenergie GmbH & Co. KG
- Brennstoffe: Holzhackschnitzel & Pellets (53 %); Erdgas (47 %)
- Bau des HKW: 1960 / Umrüstung auf Erdgasbetrieb: 1998
- Umbau zum Biomasse-HKW: 2007
- Inbetriebnahme der Pelletanlage: 09/2013

#### Stand 12/13



## Der neue Block Fortuna

**Das neue GuD Kraftwerk spart bereits im ersten Betriebsjahr 600.000 Tonnen CO<sub>2</sub> ein.**

Die Stadt Düsseldorf hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu sein. Mit dem neuen Erdgaskraftwerk Block „Fortuna“ am Standort Lausward ist ein wesentlicher Meilenstein auf dem Weg dorthin erreicht.

Das Kraftwerk ist durch seine klimaschonende Strom- und Wärmeproduktion auf Erdgasbasis und seine hohe Flexibilität eine ideale Ergänzung zu den stetig an Bedeutung gewinnenden Erneuerbaren Energien. Dabei sind die technischen Eigenschaften des Kraftwerks von besonderer Bedeutung. Durch die gleichzeitige Erzeugung von Fernwärme nach dem Verfahren der Kraft-Wärme-Kopplung erhöht sich die Brennstoffausnutzung auf bis zu 85 Prozent.

Parallel zum Bau des neuen Kraftwerks wird die Fernwärmeversorgung in der Stadt erheblich ausgebaut. Gerade die Fernwärme spielt eine Rolle für das Erreichen der Klimaziele eine wesentliche Rolle, weil ein Großteil der Energie in städtischen Ballungsräumen als Wärme genutzt wird.

### Saubere und sichere Energie für Düsseldorf

Das GuD-Kraftwerk ist darauf ausgerichtet, den verwendeten Brennstoff Gas so effizient wie möglich zu nutzen. Es produziert Energie mit einer Kombination aus Gasturbine, Dampfturbine und zusätzlicher Wärmenutzung.

Bei der Inbetriebnahme Anfang 2016 hat das Kraftwerk mit seinem Wirkungsgrad von mehr als 61 Prozent bei der reinen Stromerzeugung einen neuen Weltrekord aufgestellt. Durch die zusätzliche Nutzung für das Fernwärmenetz der Stadt Düsseldorf erhöht sich der Wirkungsgrad auf 85 Prozent. Das bedeutet, dass 85 Prozent des eingesetzten Brennstoffs in Strom und Wärme umgewandelt werden.

### Die Gas- und Dampfturbinenanlage

Herzstück einer Gas- und Dampfturbinenanlage (GuD) ist die Gasturbine. In deren Brennkammer wird das Erdgas bei hohen Temperaturen zur Verbrennung gebracht. Die heißen Brenngase durchströmen die Turbine und versetzen den „Läufer“ darin in eine Drehbewegung. Diese Drehbewegung wird an einen Generator übertragen, der Strom erzeugt. Nach diesen ersten Aufgaben leisten die noch immer heißen Brenngase zwei weitere Aufgaben. Sie erzeugen in einem Abhitzeessel aus Wasser Dampf, der eine Dampfturbine antreibt, die ihrerseits den Generator dreht und zum Schluss erwärmen sie das Wasser in den Fernwärmeleitungen. Durch die Einwellenanordnung der Gas- und Dampfturbine werden die Generatorverluste minimiert und der elektrische Wirkungsgrad erhöht.

Ergänzt wird der Kraftwerksblock durch einen Fernwärmespeicher mit einem Fassungsvermögen von rund 35.000 Kubikmetern. Damit kann das Erdgaskraftwerk bis zu 1480 Megawattstunden Wärme zwischenspeichern und die Stadt Düsseldorf über einen Zeitraum von mehreren Stunden bis wenigen Tagen – je nach Witterung – vollständig mit Wärme versorgen.

#### Projektdateien

- Elektrische Leistung: 595 MW
- Fernwärmeleistung: 300 MW
- Gesamtwirkungsgrad: > 85 %
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: > 2,5 Mio. t/a
- Bauzeit: ca. 32 Monate
- Inbetriebnahme: 2016

Stand 4/16



## Energie für die Zukunft einer Region

**Der „Powertrain“, eine spezielle Kombination aus Gas- und Dampfturbine sowie Generator, macht das Heizkraftwerk Niehl 3 zu einem der effizientesten weltweit.**

Das neue und hocheffiziente Gas-und-Dampfturbinenkraftwerk Niehl 3 steht am Niehler Hafen in unmittelbarer Nähe des Heizkraftwerks Niehl II. Ende April 2016 hat es den kommerziellen Regelbetrieb aufgenommen.

Dank Niehl 3 lassen sich in Köln jährlich rund 500.000 Tonnen Kohlendioxid zusätzlich einsparen. Darüber hinaus unterstützt die Anlage mit ihrer hohen Flexibilität die Versorgungssicherheit in Zeiten der Energiewende: Es dauert nur 15 Minuten, bis die Anlage aus dem Stand by ihre volle Leistung erreicht. So gleicht sie problemlos Leistungsschwankungen von Sonnen- und Windenergie aus. Zudem lässt sich bei Bedarf die Leistung innerhalb weniger Minuten um über 100 Megawatt erhöhen oder auch wieder verringern.

Der maximale Brennstoffnutzungsgrad der Anlage beträgt mehr als 89 Prozent. Dies macht das Kraftwerk zu einer der effizientesten und flexibelsten Energieanlagen der Welt – und zu einem wichtigen Baustein der Energiewende.

In Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt Niehl 3 über 450 Megawatt Strom für eine Million Haushalte sowie rund 265 Megawatt Fernwärme für rund 30.000 Haushalte. Diese Wärmeleistung ermöglicht es, neue Gebiete perspektivisch ans Fernwärmenetz anzuschließen. Vom Standort Niehl aus werden schon heute der Stadtbezirk Innenstadt inklusive Deutz mit der vor Ort emissionsfreien Fernwärme versorgt.

Eine neue Rheinquerung nach Mülheim sichert langfristig die Versorgung mit klimaschonend produzierter Fernwärme auch im rechtsrheinischen Köln und die perspektivische Erschließung neuer Fernwärme-Gebiete. Insgesamt kann die vor Ort emissionsfreie Fernwärme 35.000 teils sehr veraltete Einzelfeuerungen ablösen.

Die neue Fernwärmeinfrastruktur wird gefördert vom Land NRW mit Mitteln der EU.

Ein neu entstandener, 650 Meter langer Rheintunnel (Dücker) führt neben den Fernwärmerohren aus dem Standort Niehl auch 110-kV-Stromleitungen, die Niehl 3 mit dem Umspannwerk Kalk verbinden. Dort wird der Strom ins regionale Netz eingespeist und stärkt damit die lokale Versorgungssicherheit. Überregional sichert Niehl 3 auch kurzfristigen Bedarf über einen Anschluss an das überregionale 380-kV-Höchstspannungsnetz. Die für diesen Anschluss verlegte 380-kV-Kabelstrecke ist mit einer Länge von 9 Kilometern die längste ihrer Art in Deutschland.

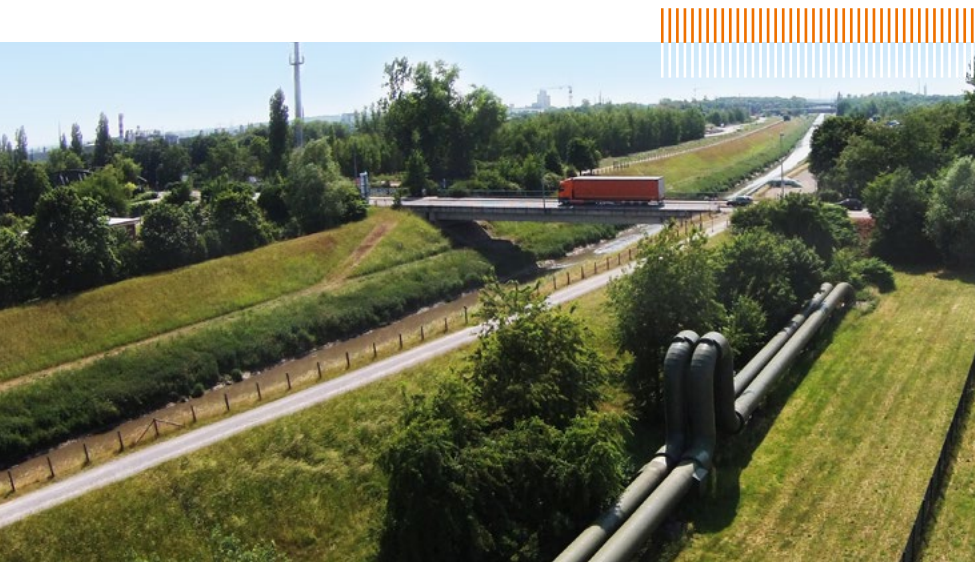
Das Heizkraftwerk Niehl 3 ist der Schlussstein der konventionellen Energieerzeugung bei der RheinEnergie.

### Projektdaten

- Nettoleistung Gesamtanlage: 453 MW
- elektrischer Netto-Wirkungsgrad: über 60%
- max. Netto-Gesamtnutzungsgrad : über 89%
- max. Fernwärmeauskopplung: 265 MW
- zusätzliche CO<sub>2</sub>-Einsparung: 500.000 t/a
- Stromversorgung: rund 1 Mio. Haushalte
- Fernwärmeversorgung: rund 30.000 Haushalte

Stand 4/16





## Fernwärmeschiene Rhein-Ruhr (FWSRR)

**Eine effiziente, innovative und umweltfreundliche Wärmeversorgung sowie Versorgungssicherheit für das Ruhrgebiet.**

Auf Basis der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie „Perspektiven der Fernwärme im Ruhrgebiet“

Um dieses Projekt zu realisieren, wurde im März 2015 die Projektgesellschaft Fernwärmeschiene Rhein-Ruhr GmbH gegründet. Beteiligt sind die kommunalen Unternehmen STEAG Fernwärme GmbH (56,6 %), die Fernwärmeversorgung Niederrhein GmbH (25,1 %) und die Energieversorgung Oberhausen AG (18,3 %).

Ihr Zweck ist die Planung, Errichtung und der Betrieb der Fernwärmeschiene Rhein-Ruhr. Ab 2017 soll die Verbindung der bereits bestehenden Fernwärmeschiene Niederrhein und Ruhr schrittweise geschaffen werden.

Damit können auch zusätzliche industrielle und regenerative Wärmequellen in die Versorgung eingebunden werden. Dazu gehören Müllheizkraftwerke, Industrieanlagen mit ihrer Abwärme, Gas- und Steinkohleheizkraftwerke sowie Wärme aus regenerativer Kraft-Wärme-Kopplung. KWK ist ein besonders effizientes Verfahren, bei dem die nutzbare Wärme, die bei der Erzeugung von Strom entsteht, zur Erhitzung des Fernheizwassers verwendet wird.

### Das größte Fernwärme-Verbundnetz Europas entsteht

Mit der Verbindung können größere CO<sub>2</sub>-freie Abwärmemengen und KWK-Mengen allen Projektpartnern zur Verfügung gestellt werden. Auf diese Weise leistet die Fernwärmeschiene Rhein-Ruhr einen wesentlichen Beitrag zu den CO<sub>2</sub>- und KWK-Zielen des Landes Nordrhein-Westfalen.

### Details

Die Verbindung soll von der bestehenden Fernwärmeschiene Ruhr im Süden Bottrops bis zur Fernwärmeschiene Niederrhein im Duisburger Norden verlaufen. Der Baubeginn ist für das Frühjahr 2017 geplant. Einzelne Abschnitte können nach einer Bauzeit von zwei Jahren – also bereits 2019 – in Betrieb gehen. Das Leitungssystem soll dabei unter- und oberirdisch verlegt und möglichst unter Nutzung bereits bestehender Infrastrukturtrassen geführt werden.

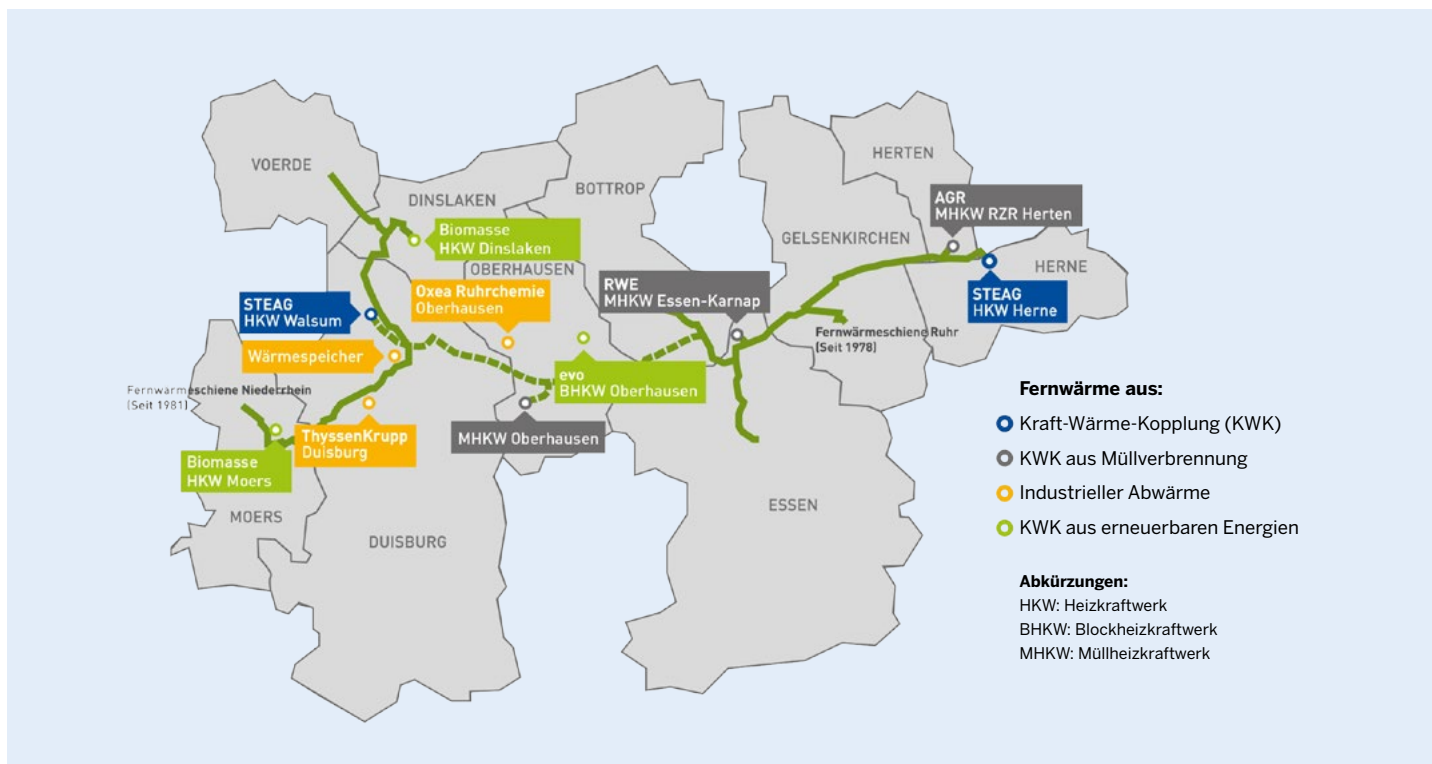


### Ein europäisches Leuchtturmprojekt

Mit Projekten wie der neuen Fernwärmeschiene Rhein-Ruhr entwickelt sich das Ruhrgebiet Schritt für Schritt zu einem der führenden Klimaräume Europas. Die Industrieregion begeistert mit ihren grünen Naherholungsangeboten und einer hohen Dichte an Freizeit- und Kulturangeboten. Durch das regionale technische Know-how können auf beeindruckende Weise Industrie- und Lebensräume in Einklang gebracht werden.

Das Projekt zeichnet sich insbesondere durch seine hohen CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale und seine geringen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten aus.

Wie bei vergleichbaren Projekten zuvor wird auch bei der Fernwärmeschiene Rhein-Ruhr darauf geachtet, dass sie sich harmonisch in das von ansprechender Industriekultur und Natur geprägte Landschaftsbild des Ruhrgebiets einfügt. Seit Monaten planen die beauftragten Fachbüros daher Meter für Meter akribisch den Verlauf der etwa 25 Kilometer langen Trasse, die die bestehenden Fernwärmeschienen Niederrhein und Ruhr verbindet und somit das größte Fernwärme-Verbundnetz in Europa ermöglichen soll. Das Ruhrgebiet wird damit um ein weiteres internationales Vorzeigeprojekt zum Klimaschutz reicher.





### Impressum

EnergieAgentur.NRW GmbH  
Roßstraße 92  
40476 Düsseldorf

Telefon: 0211/8371930  
hotline@energieagentur.nrw  
www.energieagentur.nrw

© EnergieAgentur.NRW GmbH/EA453

### Stand

09/2016

### Ansprechpartnerin

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

### Bildnachweis

Titel: RheinEnergie AG, S. 5: 2G GmbH, S. 7: Sokratherm GmbH, S. 10: Metro AG, S. 11: Cölner Hofbräu P. Josef Früh KG, S. 12: Logostic Services Essen GmbH & Co. KG, S. 13: PRIMAGAS Energie GmbH & Co. KG, S. 14: MEDICE Arzneimittel Pütter GmbH & Co. KG, S. 15: Groschopp AG, S. 17: Propan Rheingas GmbH & Co. KG, S. 18: Ii: Forschungszentrum Jülich, re: Viessmann, S. 19: Fotolia.com / JSB31, S. 22: Stadtwerke Düsseldorf AG, 23: Siemens AG, S. 24: RheinEnergie AG, S. 25 - 26: FWSRR GmbH.

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.

### 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.

