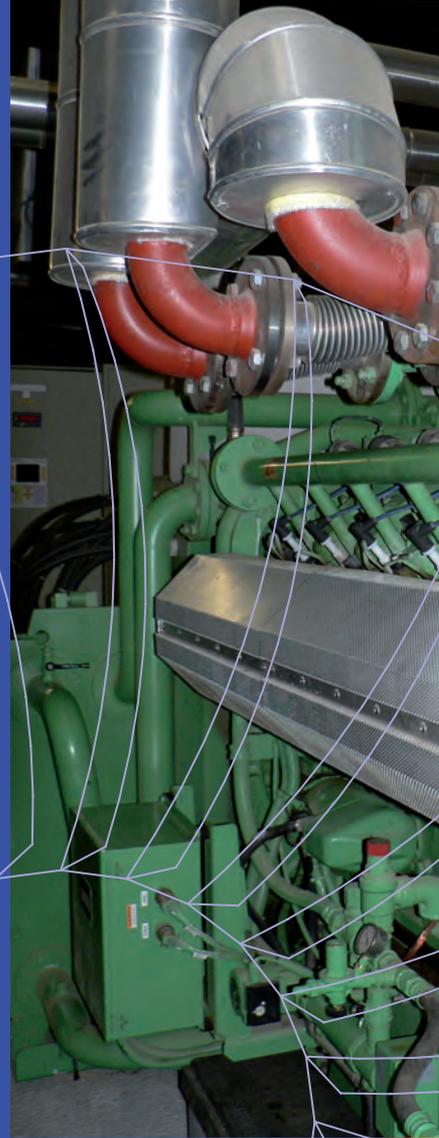


# KWK - Gute Beispiele in der Praxis!



Kraft-Wärme-Kopplung  
Jahresdauerlinie  
Pufferspeicher  
Stromerlöse  
Wartung  
Wirtschaftlichkeit  
Emissionen  
Erdgas  
Stromkennzahl  
Netzeinbindung  
Heizzentrale  
Steuerung  
Energiekosten  
Energieeffizienz  
Jahresbetriebsstunden



Arbeitskreis Dezentrale Energietechnik



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

# Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Baden-Württemberg

Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

Tel.: 0711/ 126-0

Fax: 0711/ 126-1258

Internet: <http://www.um.baden-wuerttemberg.de>

E-Mail: [poststelle@um.bwl.de](mailto:poststelle@um.bwl.de)

Arbeitskreis „Dezentrale Energietechnik“ am Ministerium  
für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Vorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Thomas

Wissenschaftlicher Leiter RRI

Fakultät Technik

Hochschule Reutlingen

Alteburgstr. 150

D-72762 Reutlingen

Tel.: +49 (0)7121 271-7041

Fax: +49 (0)7121 271-1404

email: [bernd.thomas@reutlingen-university.de](mailto:bernd.thomas@reutlingen-university.de)

<http://userserv.reutlingen-university.de/~thomas>

Idee, Konzeption und Ausarbeitung:

Arbeitskreis „Dezentrale Energietechnik“ am Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Fotonachweis:

Planungsbüros der entsprechenden Vorhaben

Dipl.-Ing. Bruno Lorinser, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Gestaltung Umschlag:

Axel Göhner, Ministerium für Finanzen und Wirtschaft

Druck: Schwäbische Druckerei GmbH, Stuttgart



2. Auflage September 2014

Hinweis:

Die Vorhaben wurden von den Planern der jeweiligen Vorhaben im Arbeitskreis „Dezentrale Energietechnik“ am Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft eingebracht und in Abstimmung mit den Eigentümern beschrieben.

# Inhaltsverzeichnis

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Einleitung und Zielsetzung	3
Contractingmodell für die Objektversorgung mit Wärme und Strom im Geschosswohnungsbau in Göppingen-Jebenhausen	4
Heizzentrale für Mehrfamilienhäuser Karlsruhe-Oberreut	6
Contracting BHKW-Anlage in der Klinik Dr. Dengler Baden-Baden. Klimaschutz ohne Eigeninvestition	8
Altenpflegeheim Hans-Rehn-Stiftung Stuttgart	10
Inselbad Untertürkheim Freibad mit Traglufthalle Stuttgart	12
Großes Einfamilienhaus mit Schwimmbad Schorndorf	14
Energieversorgung für diverse Gebäude Bretten	16
Landratsamt Ostalbkreis – Wärmeversorgung mit BHKW und Holzpellets Aalen	18
Nahwärmeversorgung von Mehrfamilienhäusern der LBG Stuttgart Bad-Cannstatt	20
Nahwärmeverbund LBG Ludwigsburg Eglosheim	22
Wärmeversorgung des Rathauses Kirchheim a. N. mit einem Mini-BHKW Kirchheim am Neckar	24
Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) im Landeskriminalamt Stuttgart Stuttgart-Bad Cannstatt	26
Strom- und Wärmewärmeversorgung des Hallenbades am Ziegeleisee Schorndorf	28
Hotel Traube-Tonbach Baiersbronn	30



## Einleitung und Zielsetzung

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist als energieeffiziente Technologie allgemein anerkannt, denn sie führt durch die gleichzeitige Bereitstellung von Wärme und Strom zu einer deutlich besseren Primärenergieausnutzung als dies in Heizkessel und Großkraftwerk möglich ist. Während im Kraftwerk ein erheblicher Teil der Energie als Abwärme über den Kühlturm ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird, wird diese Energie bei der KWK zu Heizzwecken verwendet, was den höheren Grad der Energieausnutzung und damit die höhere Effizienz der KWK ausmacht. Auf diese Weise kann mit KWK nicht nur Energie eingespart, sondern auch ein wesentlicher Beitrag zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen geleistet werden. Die Regierung der Bundesrepublik Deutschland hat das Potenzial der KWK erkannt und strebt an, bis zum Jahr 2020 mindestens 25% der in Deutschland benötigten Strommenge in Kraft-Wärme-Kopplung zu erzeugen, was in etwa einer Verdopplung gegenüber dem Stand des Jahres 2008 entspricht.

Das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung ist dabei nicht neu. Es wird bereits mit der Nutzung von Fernwärme aus Kraftwerken praktiziert. Ebenso sind seit vielen Jahren kleinere Einheiten, sogenannte Blockheizkraftwerke (BHKW), im Einsatz, die die dezentrale Anwendung dieser Technologie in Siedlungen und Wohngebäuden ermöglichen. Durch die Nutzung vor Ort vermindern sich die ansonsten bei der Verteilung von Strom und Fernwärme auftretenden Energieverluste, was die Energieeffizienz der KWK weiter verbessert.

Trotz dieser Vorteile lässt die flächendeckende Verbreitung der KWK noch auf sich warten. Dabei ist die nicht immer ausreichende Wirtschaftlichkeit der KWK-Anlagen allenfalls im kleinen und kleinsten Leistungsbereich als Grund dafür anzusehen. Diese Situation wird sich in Folge der zu erwartenden Preissteigerungen bei Öl und Gas und der geänderten gesetzlichen Rahmenbedingungen, die aus den Erneuerbaren Wärmegeetzen des Bundes und des Landes Baden-Württemberg resultieren, deutlich verbessern. Es ist vielmehr so, dass ein generelles Informationsdefizit über die Möglichkeiten und Chancen der KWK existiert. Dies mag zum Teil der Tatsache geschuldet sein, dass eine KWK-Anlage ihren Dienst quasi unsichtbar für die Allgemeinheit im Heizungskeller verrichtet, während Solarkollektoren oder Photovoltaikanlagen auf den Gebäudedächern gut erkennbar sind. Des Weiteren bestehen noch immer Vorbehalte hinsichtlich der Geräuschentwicklung sowie der Lebensdauer und des Wartungsaufwands der Anlagen, die jedoch in der Regel als unbegründet anzusehen sind. Der hier erreichte Entwicklungsfortschritt ist noch nicht ausreichend bekannt.

Um gut funktionierende Anlagen und damit die Technologie insgesamt publik zu machen, ist die vorliegende Best Practice Liste KWK erstellt worden. Sie soll die Anwendung von KWK-Anlagen in verschiedenen Leistungsklassen sowie in unterschiedlichen Objekten aufzeigen und auf diese Weise verdeutlichen, wie und in welchen Bereichen KWK eingesetzt werden kann. Im Einzelnen sind für jedes Beispiel neben einer kurzen allgemeinen Beschreibung des Objektes und der Angabe der jährlichen Energieverbräuche die technischen Daten der KWK-Anlage sowie verschiedene Betriebsdaten wie jährliche Betriebsstunden, Energieerzeugung etc. aufgeführt. Auf Angaben zur Wirtschaftlichkeit ist bewusst verzichtet worden, da eine Verallgemeinerung zumeist nur schwer möglich ist.

Ziel dieser Broschüre ist es, mit den vorgestellten Beispielen zur Nachahmung anzuregen und die unterschiedlichsten Einsatzgebiete für die KWK aufzuzeigen. Zu jedem Beispiel sind Kontaktdaten entweder des Betreibers oder des Planungsbüros angegeben, die für konkrete Anfragen nach weitergehenden Informationen genutzt werden können.

## Contractingmodell für die Objektversorgung mit Wärme und Strom im Geschosswohnungsbau in Göppingen-Jebenhausen

Die Siedlungsbau Neckar Fils besitzt in Göppingen-Jebenhausen drei MFH mit insgesamt 25 Wohneinheiten (Bild 1). Die Wärmeversorgung erfolgte bisher über Einzelöfen in den Wohnungen. Im Jahr 2007 wurden die Gebäude umfassend energetisch saniert. Im Rahmen der Sanierung wurde die Wärmeerzeugung inklusive Wärmeverteilung über ein Contracting Modell auf die Rationelle Energie Süd GmbH (kurz: RES) übertragen.

Im diesem Zug hat die RES die Wärmeerzeugung sowie die Hausinstallation komplett erneuert und mit einem besonderen Leistungspaket auf den neuesten Stand der Technik gebracht. Anstelle der bisherigen Heizöfen wird nun ein BHKW mit 13 kW<sub>el</sub> (Bild 2) in Kombination mit einem Gas-Brennwertkessel und zwei Wärmespeichern zur Wärme- und Stromversorgung eingesetzt. Die drei Gebäude wurden über Nahwärmeleitungen verbunden.

Die kompakten Übergabestationen in jeder Wohnung (Bild 3) sorgen für eine zur Brennwertnutzung ausreichend niedrige Rücklauftemperatur. Über sie wird auch die bedarfsgerechte Lieferung von Warmwasser nach dem Durchflussprinzip realisiert. Dabei wird Trinkwasser erst unmittelbar vor der Entnahme auf die erforderliche Temperatur erwärmt, womit lokale Warmwasserspeicher und problematische Zirkulationsleitungen vermieden werden. Dies senkt nicht nur Bereitstellungsverluste, sondern ist gleichzeitig der derzeit beste Schutz vor Legionellenbildung. Außerdem werden in den Übergabestationen die Heizwärme, das erwärmte Brauchwasser sowie das Kaltwasser gezählt. Dadurch können die Verbrauchskosten für jede Wohnung exakt abgerechnet werden. Nebenbei führt diese Trinkwasserbereitstellung zu steuerlichen Vorteilen für den Kunden.

Die Mehrzahl der Wärmekunden in den drei Gebäuden konnte von der RES zusätzlich als Stromkunden gewonnen werden. Damit kann zumindest ein Teil der BHKW-Stromerzeugung besser vermarktet werden als bei Rückspeisung in das öffentliche Netz. Für die Verteilung des BHKW-Stroms werden die elektrischen Leitungen innerhalb der Gebäude genutzt, die rechtlich als Kundenanlagen gelten. Zwischen den von der RES versorgten Kunden und den Wohneinheiten, die ihren Strom „von außen“ beziehen, wurde im Hausverteiler die so genannte galvanische Trennung realisiert, so dass bei einem Versorgerwechsel nur der entsprechende Zähler umgeklemmt werden muss. Mit dem 2009 novellierten KWK-Gesetz und der darin verankerten Regelung der „virtuellen Zählpunkte“ ist dieser Aufwand jetzt nicht mehr nötig



Bild 1: Versorgte Wohngebäude



Bild 2: BHKW



Bild 3: Übergabestation

**Objektdaten:**

Typ	3 MFH; insgesamt 25 Wohneinheiten
Baujahr	k. A., saniert 2007
Beheizte Fläche	1.483 m <sup>2</sup>
Jahreswärmebedarf [kWh]	103.840 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	40.756 kWh

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	EC Power A/S / XRGI 13 G-TO / 1 Modul
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	13 kW <sub>el</sub> / 29 kW <sub>th</sub> / 46,2 kW <sub>Br</sub>
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Vitodens 300 / Erdgas / 66 kW
Pufferspeicher	2 × 800 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	19.09.2007
Jahresbetriebsstunden	3.800 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	48.960 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	7.690 kWh
Wärmenutzung	Nahwärme
Jahresstromproduktion BHKW	48.960 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	15.710 kWh
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	182.957 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	14.770 kWh

**Kontakt:****Objekt**

Mehrfamilienhäuser  
Sudetenstr. 18-22  
73035 Göppingen

**Eigentümer**

Rationelle Energie Süd GmbH  
Heidenheimer Str. 28  
73312 Geislingen a. d. Steige

**Planungsbüro**

Rationelle Energie Süd GmbH  
Heidenheimer Str. 28  
73312 Geislingen a. d. Steige  
Herr Michael Glatz  
Tel.: 07331/9529-40  
email: michael.glatz@res-online.de

## Heizzentrale für Mehrfamilienhäuser Karlsruhe-Oberreut

Die Volkswohnung Karlsruhe GmbH hat als Bauträger ein Nahwärmenetz in der Bernstein- und Edelbergstraße zur Versorgung von acht Mehrfamilienhäusern aufgebaut. Die Wärmeversorgung erfolgt zentral über eine BHKW-/Kesselkombination. Standort der Heizzentrale ist die Bernsteinstraße 1c. Die dort erzeugte Wärme wird über ein erdverlegtes Netz in jedes Gebäude in den Hausanschlussraum verteilt.

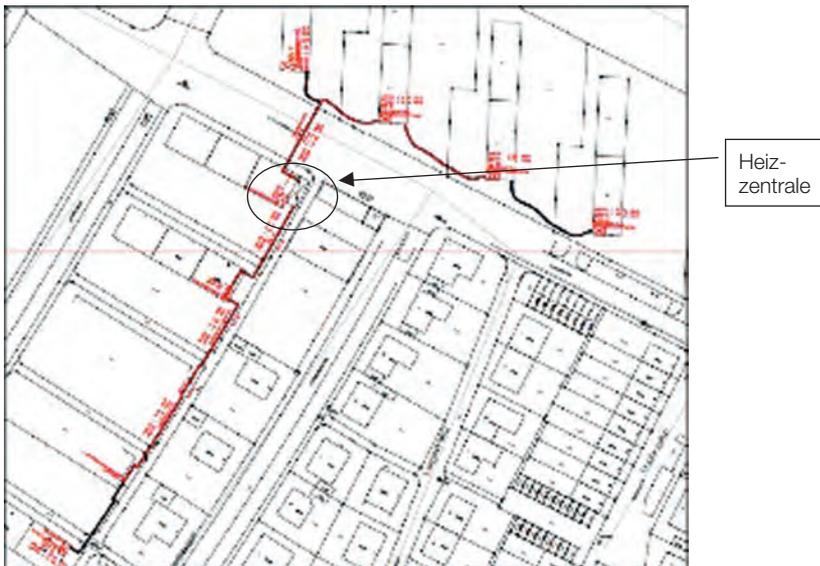


Bild 1: BHKW



Bild 2: Spitzenlastkessel

**Objektdaten:**

Typ	8 MFH, 198 Wohneinheiten
Baujahr	2004 (Neubau)
Beheizte Fläche	13.454 m <sup>2</sup>
Jahreswärmebedarf [kWh]	1.238.780 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	k. A.

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Communa Metall / 2725 / 1 Modul
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	50 kW <sub>el</sub> / 97 kW <sub>th</sub> / 167 kW <sub>Br</sub>
modulierend	ja
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Vitoplex 300 / Erdgas / 405 kW
Pufferspeicher	4.850 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	2004
Jahresbetriebsstunden	5.805 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	543.085 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	472.690 kWh
Wärmenutzung	Nahwärmeeinspeisung
Jahresstromproduktion BHKW	281.940 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	281.940 kWh
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	1.100.611 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	525.212 kWh

**Kontakt:****Objekt**

Mehrfamilienhäuser  
Bernstein-/ Edelbergstraße  
76189 Karlsruhe

**Eigentümer**

Karlsruher Energie-Service KES  
Ettlinger-Tor-Platz 2  
76137 Karlsruhe

**Planungsbüro**

Ingenieurgesellschaft BBP  
Bauconsulting mbH  
Wolfener Str. 36  
12681 Berlin

## Contracting BHKW-Anlage in der Klinik Dr. Dengler Baden-Baden. Klimaschutz ohne Eigeninvestition

Im Sommer 2010 wurde in der Klinik Dr. Dengler in Baden-Baden ein mit Erdgas betriebenes BHKW auf Contracting-Basis installiert und in Betrieb genommen. Die Anlage des Herstellers Schleif-Automation konnte mit Finanzmitteln der Mittelbadischen Energiegenossenschaft eG installiert werden.

Eigentümer und Betreiber der Anlage ist die BK – Badische-Kraftwerk GmbH & Co. KG, die der Klinik nicht nur Strom und Wärme liefert – sondern auch den gesamten Erdgasbedarf.

Diese erste Anlage ist wärmegeführt und liefert rund 40 % des Gesamtenergiebedarfes der Klinik mit 200 Betten. Die neue BHKW-Anlage erreicht eine Laufzeit von 8.100 Stunden pro Jahr. Im September 2011 wird eine zweite stromgeführte Anlage installiert, um den Lastgang der Klinik zu glätten.

Die Herausforderung bei diesem reglungstechnisch anspruchsvollen Projekt bestand in der Einbringung des BHKW-Moduls in einen kleinen Aggregate-Raum, unter Berücksichtigung der für den Klinikbereich erforderlichen Schalldämmung.

Die Anlage ist mit einer Online-Datenbank verknüpft und ermöglicht damit ein standortunabhängiges kontinuierliches Controlling. Durch das Contractingmodell mit der BK – Badischen Kraftwerk GmbH & Co.KG waren keinerlei Investitionen für den Klinikbetreiber nötig.

Die Klimaschutz-Ziele des Landes und des Bundes werden durch die drastische Senkung der CO<sub>2</sub> Emissionen mit dem KWK-Prinzip erreicht. Dank diesem neuen Energiekonzept ließen sich außerdem ca. 15 % der Energiekosten für die Klinik einsparen.



Bild 1: Klinik Dr. Dengler



Bild 2: BHKW



Bild 3: Heizraum mit BHKW

**Objektdaten:**

Typ	Reha-Klinik mit Warmbad
Baujahr	Altbau 1925 / Neubau 1985
Beheizte Fläche	12.000 m <sup>2</sup>
Jahreswärmebedarf [kWh]	2.800.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	1.400.000 kWh

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Schleif Automation / G&S G50 / 1 Modul
Brennstoff	Erdgas, ggf. Biomethan
Nennleistungen	50 kW <sub>el</sub> / 80 kW <sub>th</sub> / 148 kW <sub>br</sub>
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Viessmann / Erdgas / 2000 kW
Pufferspeicher	4 × 1000 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	11. Juni 2010
Jahresbetriebsstunden	8100 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	648.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	k. A.
Wärmenutzung	Eigennutzung
Jahresstromproduktion BHKW	405.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	405.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	1.198.800 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	k. A.

**Kontakt:****Objekt**

Reha Klinik Dr. Dengler  
Herr Fliescher  
Geschäftsführer  
Kapuzinerstraße 1  
76530 Baden-Baden

**Eigentümer / Ansprechpartner**

BK Badische-Kraftwerk GmbH&CoKG  
Herr Gernsbeck  
Geschäftsführer  
Gewerbepark Cité 4  
76532 Baden-Baden  
Tel.: 07229 185109-15  
gernsbeck@badische-kraftwerk.de  
www.Badische-Kraftwerk.de

**Planungsbüro**

Mittelbadische Energie-  
Genossenschaft e.G.  
Herr Zwosta (Vorstand)  
Gewerbepark Cité 4  
76532 Baden-Baden

## Altenpflegeheim Hans-Rehn-Stiftung Stuttgart

Die Altenwohnanlage Hans-Rehn-Stift wurde im Jahr 1977 erbaut. Nach 30 Jahren sollte das Hans-Rehn-Stift sowohl baulich als auch anlagentechnisch saniert werden. Grundbestandteil der neuen Energiezentrale ist eine Wärmepumpe. Darüber hinaus wird Wärme durch ein Blochheizkraftwerk (BHKW), einen Gas-Niedertemperaturkessel und Solarkollektoren erzeugt. Der Umbau der Heizzentrale erfolgte bei laufendem Betrieb des Alten- und Pflegeheims.

Neben der Erneuerung der Anlagentechnik sind auch verschiedene Dämmmaßnahmen durchgeführt worden, aus denen eine Minderung des Energieverbrauchs resultierte. Teilweise wurde das Dach gedämmt und im November 2009 wurden Dämmmaßnahmen im Bereich des Untergeschosses vorgenommen. Die Fenster wurden bisher nicht erneuert und die Außenwände sind ebenfalls noch nicht gedämmt worden.

Der Primärenergieverbrauch konnte mit diesen Maßnahmen in 2009 um ca. 25 % gesenkt werden. Die Energiekosten betragen im Jahr 2009 nur ca. 69 % von den Kosten, die ohne Umbau fällig gewesen wären, und die CO<sub>2</sub>-Emissionen verringerten sich um 70 %, das heißt im Jahr 2009 wurden verglichen mit dem Jahr 2005 1.193 t/a weniger CO<sub>2</sub> emittiert.



Bild 1: BHKW

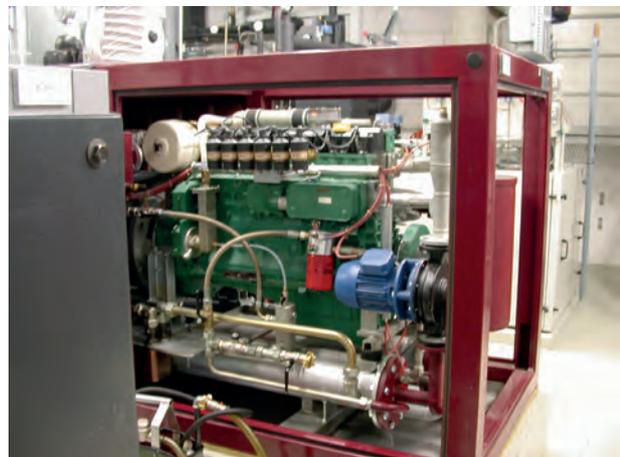


Bild 2: BHKW offen



Bild 3: Hans-Rehn-Stift

**Objektdaten:**

Typ	Alten- u. Pflegeheim mit Personalwohnheim
Baujahr	1977
Beheizte Fläche	18.500 m <sup>2</sup>
Jahreswärmebedarf [kWh]	1.900.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	600.000 kWh

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Comuna-Metall / 2725 S16 / 1 Modul
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	50 kW <sub>el</sub> / 100 kW <sub>th</sub> / k. A.
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Vitoplex 2000 Viessmann / Erdgas / 560 kW
Pufferspeicher	2 × 2500 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	November 2008
Jahresbetriebsstunden	5.800 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	580.480 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	506.000 kWh
Wärmenutzung	Eigennutzung
Jahresstromproduktion BHKW	285.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	noch nicht bekannt
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	910.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	990.000 kWh

**Kontakt:**
**Objekt**

Altenwohnanlage

 Hans-Rehn-Stift  
 Supperstraße 28-32  
 70 565 Stuttgart

**Eigentümer**

ELW

 Eigenbetrieb Leben & Wohnen  
 Landeshauptstadt Stuttgart  
 Industriestr. 3  
 70 565 Stuttgart  
 Telefon: 0711 / 216 89111

**Planungsbüro**

EGS-plan Ing.Gesellschaft

 Gropiusplatz 10  
 70 563 Stuttgart

## Inselbad Untertürkheim Freibad mit Traglufthalle Stuttgart

Bei dem Objekt handelt es sich um ein Freibad mit insgesamt fünf unterschiedlichen Becken mit einer Wasserfläche von über 3.300 m<sup>2</sup>. Die Besonderheit dieses Bades findet sich in den Wintermonaten wieder, denn in der kalten Jahreszeit wird über dem 50 × 21 Meter großen Sportbecken eine beheizte Traglufthalle errichtet. Erst der Betrieb dieser Traglufthalle machte den Einsatz einer BHKW-Anlage neben einer thermischen Solaranlage in diesem Freibad sinnvoll.



Bild.1: Traglufthalle Sportbecken



Bild 2: Inselbad Untertürkheim



Bild 3: BHKW

**Objektdaten:**

Typ	Freibad mit Traglufthalle
Baujahr	1927–1929
Beheizte Fläche	k. A.
Jahreswärmebedarf [kWh]	2.900.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	990.000 kWh

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Comuna Metall / 2725 S16 / 2 Module
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	50 kW <sub>el</sub> / 100 kW <sub>th</sub> + Brennwert-WT / k. A.
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	2 Buderus Ecomatic-plus / Erdgas / 530 kW
Pufferspeicher	5000 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	Mai 2006
Jahresbetriebsstunden	6.500 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	1.526.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	1.374.000 kWh
Wärmenutzung	Eigennutzung
Jahresstromproduktion BHKW	651.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	651.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	2.223.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	1.647.000 kWh

**Kontakt:****Objekt**

Inselbad Untertürkheim

Inselstraße  
70327 Stuttgart**Eigentümer**BBS  
Bäderbetriebe Stuttgart  
Nadlerstraße 4  
70173 Stuttgart  
Telefon: 0711 / 216 4660**Planungsbüro**Hochbauamt der  
Landeshauptstadt Stuttgart  
Hauptstätter Str. 66  
70178 Stuttgart

## Großes Einfamilienhaus mit Schwimmbad Schorndorf

In einem großen Einfamilienhaus mit Schwimmbad wird ein BHKW zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt. Auf der Suche nach einer ökologisch vertretbaren Energieversorgung für das Haus ist man auf den Einbau eines Blockheizwerkes gestoßen, da Photovoltaik- und solarthermische Anlagen aufgrund der sehr schattigen Lage des Hauses nicht sinnvoll waren. Mit seinem Blockheizkraftwerk konnte man mehreren Problemen auf einmal begegnen. Sowohl eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit sind dank des Blockheizkraftwerkes gewährleistet.



Bild 1: Privathaus mit Schwimmbad



Bild 2: Pufferspeicher



Bild 3: BHKW

**Objektdaten:**

Typ	Großes Einfamilienhaus
Baujahr	2000
Beheizte Fläche	600 m <sup>2</sup>
Jahreswärmebedarf [kWh]	100.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	30.000 kWh

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Ecopower / 1 Modul
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	4,7 kW <sub>el</sub> / 12,5 kW <sub>th</sub> / 19,0 kW <sub>Br</sub>
modulierend	ja
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Viessmann / Erdgas / 36 kW
Pufferspeicher	1000 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	18. April 2009
Jahresbetriebsstunden	7000 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	62.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	38.000 kWh
Wärmenutzung	Eigennutzung
Jahresstromproduktion BHKW	23.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	15.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	93.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	41.800 kWh

**Kontakt:****Objekt**

Einfamilienhaus  
Schorndorf

**Eigentümer**

Dr. Klinger  
Schorndorf

**Planungsbüro**

Link Elektrotechnik GmbH  
Wolfgang Link  
Schorndorfer Str. 5  
73614 Schorndorf

## Energieversorgung für diverse Gebäude Bretten

Die Heizzentrale am Regenüberlaufbecken (RÜB) „Saarstraße“ in Bretten versorgt durch Abwärmenutzung mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW) über einen Nahwärmeverbund sieben Mehrfamilienhäuser, drei Doppelhäuser sowie zusätzlich die Turnhalle des TV Bretten und anteilig das Melanchton-Gymnasium und die Hebel-Schule mit Heizwärme.

Die Reihenfolge der Wärmeerzeugung in der Heizzentrale wurde auf die jeweiligen Vorlauftemperaturen der einzelnen Komponenten abgestimmt: Der erste Temperaturhub erfolgt durch den Brennwertwärmetauscher des BHKW, danach durch die Abwasserwärmepumpe (WP) und anschließend durch BHKW und Brennwertkessel. Die in die Rinne des Regenüberlaufbeckens eingebauten Abwasserwärmetauscher haben eine Gesamtlänge von 100 m und weisen eine maximale Entzugsleistung von 120 kW auf. Über den Niedertemperaturwärmetauscher im Abgasstrang des BHKWs wird die Gesamteffizienz der Anlage zusätzlich verbessert, indem das Abgas des BHKW weiter abgekühlt und dadurch die Abwärme des BHKW genutzt wird, um die Temperatur des Abwassers anzuheben.

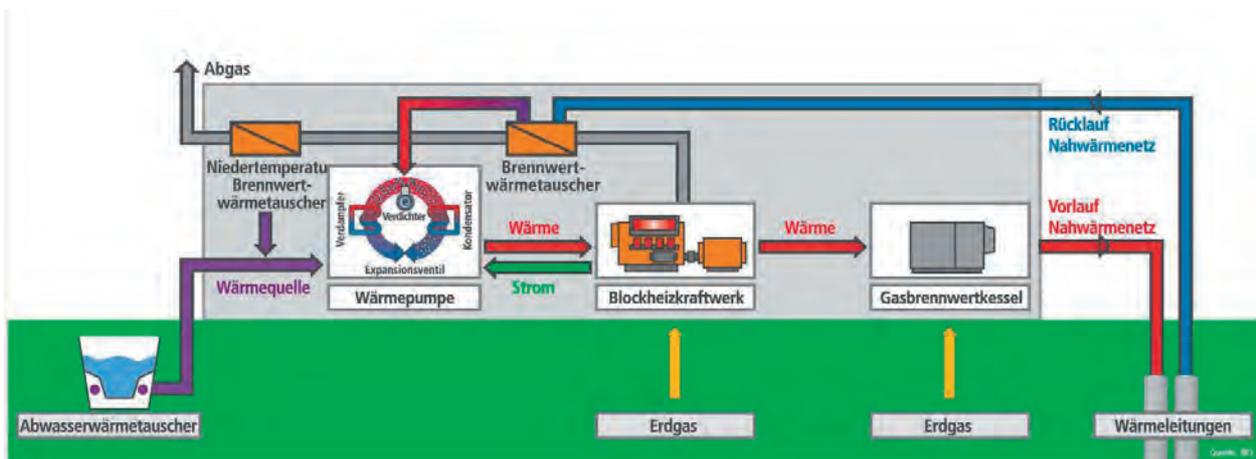


Bild 1: Schema der Anlage



Bild 2: Rinnen des Regenüberlaufbeckens



Bild 3: BHKW

**Objektdaten:**

Typ	7 MFH, 3 DHH, Turnhalle Gymnasium
Baujahr	Energetische Sanierung MFH 2010
Beheizte Fläche	k. A.
Jahreswärmebedarf [kWh]	1.800.000.kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	185.000 kWh

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Communa Metall / 2725 / 1 Modul
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	50 kW <sub>el</sub> / 110 kW <sub>th</sub> / 161 kW <sub>Br</sub>
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Brennwertkessel/ Erdgas / 300 kW
Pufferspeicher	5.000 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	Ende 2009
Jahresbetriebsstunden	*4.700 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	*460.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	*740.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Wärmepumpe	*640.000 kWh
Wärmenutzung	Nahwärme
Jahresstromproduktion BHKW	*235.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	*200.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	*790.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	*800.000 kWh

\* (berechnete Werte)

**Kontakt:****Objekt**

Heizzentrale „RÜB“  
Saarstraße  
75015 Bretten

**Eigentümer**

Stadtwerke Bretten  
Pforzheimerstr. 80–84  
75015 Bretten

**Planungsbüro**

IBS Ing.Büro Schuler GmbH  
Flößerstraße 60 / 3  
74321 Bietigheim-Bissingen  
www.ing-buero-schuler.de  
Günter Preisendanz  
Tel.: 07142 / 93 63 – 0

## Landratsamt Ostalbkreis – Wärmeversorgung mit BHKW und Holzpellets Aalen

Im Zuge der Modernisierung der Wärmeerzeugungsanlage für das Landratsamt Ostalbkreis in Aalen wurden neben zwei bestehenden Gaskesseln ein BHKW und ein Pelletheizkessel installiert.

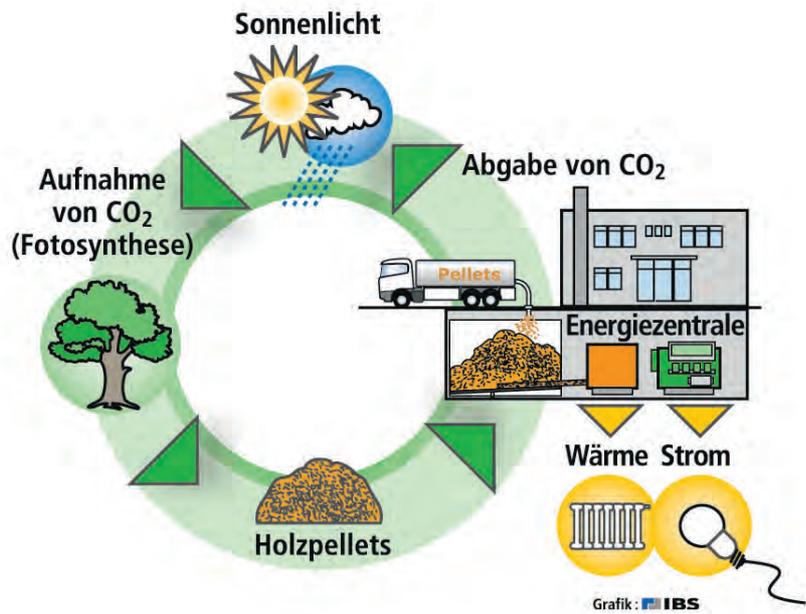


Bild 1: Prinzip Holzpellet-BHKW



Bild 2: BHKW im Landratsamt Aalen

**Objektdaten:**

Typ	Behörde
Baujahr	1983
Beheizte Fläche	k. A.
Jahreswärmebedarf [kWh]	1.600.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	945.000 kWh

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Comuna Metall / 2725 / 1 Modul
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	50 kW <sub>el</sub> / 110 kW <sub>th</sub> / 161 kW <sub>Br</sub>
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	2 Erdgaskessel / Erdgas / 450 kW
Pufferspeicher	50.000 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	Ende 2009
Jahresbetriebsstunden	*6.700 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	*690.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Pelletkessel	870.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	*40.000 kWh
Wärmenutzung	Eigennutzung
Jahresstromproduktion BHKW	*335.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	*332.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	*1.173.900 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	*45.000 kWh

\* (berechnete Werte)

**Kontakt:****Objekt**

Landratsamt Ostalbkreis  
Stuttgarter Str. 41  
73430 Aalen

**Eigentümer**

Landratsamt Ostalbkreis  
Stuttgarter Str. 41  
73430 Aalen

**Planungsbüro**

IBS Ing.Büro Schuler GmbH  
Flößerstraße 60 / 3  
74321 Bietigheim-Bissingen  
www.ing-buero-schuler.de  
Günter Preisendanz  
Tel.: 07142 / 93 63 – 0

## Nahwärmeversorgung von Mehrfamilienhäusern der LBG Stuttgart Bad-Cannstatt

In mehreren zusammenhängenden Liegenschaften der Landes-Bau-Genossenschaft Württemberg eG (LBG) wurde im Jahr 2005 eine Zentralheizung mit einem Nahwärmeverbund realisiert. Hierfür wurden ein BHKW und ein Brennwärtekessel aufgestellt mit einer Gesamtleistung von rund 900 kW. Die Wärmeversorgung erfolgt mittels erdverlegter PEX-Leitungen. In den bewohnten Gebäuden wurden indirekte Unterstationen mit einem witterungsgeführten Heizkreis sowie ein Warmwasserspeicher aufgestellt. In den Wohnungen wurden Heizplatten montiert sowie die notwendigen Heizungs- und Trinkwasserleitungen verlegt.



Bild 1: Heizzentrale



Bild 2: Steuerung



Bild 3: Heizzentrale und Wohnhaus

**Objektdaten:**

Typ	mehrere MFH mit insgesamt 216 Wohneinheiten
Baujahr	k. A.
Beheizte Fläche	12.340 m <sup>2</sup>
Jahreswärmebedarf [kWh]	1.480.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	k. A.

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Comuna Metall / 2725 / 1 Modul
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	50 kW <sub>el</sub> / 110 kW <sub>th</sub> / 161 kW <sub>Br</sub>
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Brennwertdoppelkessel / Erdgas / 800 kW
Pufferspeicher	8.000 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	Ende 2005
Jahresbetriebsstunden	7.200 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	790.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	k. A.
Wärmenutzung	Nahwärmeverbund
Jahresstromproduktion BHKW	360.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	35.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	1.200.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	k. A.

**Kontakt:****Objekt**

MFH  
Stuttgart  
Bad Cannstatt

**Eigentümer**

LBG Württemberg eG  
Mönchstraße 32  
70191 Stuttgart

**Planungsbüro**

IBS Ing.Büro Schuler GmbH  
Flößerstraße 60 / 3  
74321 Bietigheim-Bissingen  
www.ing-buero-schuler.de  
Günter Preisendanz  
Tel.: 07142 / 93 63 – 0

## Nahwärmeverbund LBG Ludwigsburg Eglshheim

In Ludwigsburg Eglshheim werden ein Blockheizkraftwerk (BHKW) sowie zwei Brennwertkessel zur gemeinsamen Wärmeversorgung (Wärmeverbund) von mehreren Wohngebäuden mit insgesamt 152 Wohneinheiten der Landes-Bau-Genossenschaft Württemberg eG (LBG) eingesetzt. Das BHKW deckt dabei die Grundlast ab, die Brennwertkessel dienen Spitzenlastkessel. Hervorzuheben sind die dezentralen Pufferspeicher, die in jedem Wohngebäude installiert sind und nach einem speziellen Regelkonzept versorgt werden.



Bild 1: Mehrfamilienhaus Ludwigsburg Eglshheim



Bild 2: BHKW



Bild 3: Brennwertkessel

**Objektdaten:**

Typ	9 MFH mit insgesamt 152 WE
Baujahr	k. A.
Beheizte Fläche	10.900 m <sup>2</sup>
Jahreswärmebedarf [kWh]	2.300.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	k. A.

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Comuna Metall / 2725 / 1 Modul
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	50 kW <sub>el</sub> / 110 kW <sub>th</sub> / 161 kW <sub>Br</sub>
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Hoval Brennwertkessel / Erdgas / 2 × 450 kW
Pufferspeicher	9 dezentrale Pufferspeicher

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	Ende 2008
Jahresbetriebsstunden	7.234 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	790.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	k. A.
Wärmenutzung	Nahwärmeverbund
Jahresstromproduktion BHKW	350.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	k. A.
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	k. A.
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	k. A.

**Kontakt:**

**Objekt**

Wohnareal  
Ludwigsburg-Eglosheim

**Eigentümer**

LBG Württemberg e.G.  
Mönchstraße 32  
70191 Stuttgart

**Planungsbüro**

IBS Ing.Büro Schuler GmbH  
Flößerstraße 60 / 3  
74 321 Bietigheim-Bissingen  
www.ing-buero-schuler.de  
Günter Preisendanz  
Tel.: 07142 / 93 63 – 0

## Wärmeversorgung des Rathauses Kirchheim a. N. mit einem Mini-BHKW Kirchheim am Neckar

In der Heizzentrale des Rathauses in Kirchheim am Neckar, welches aus Alt- und Neubauten besteht, wurden im Zuge einer Heizungserneuerung ein Mini-BHKW, ein Gasbrennwertkessel und zusätzlich ein Pufferspeicher installiert.



Bild 1: Rathaus Kirchheim a. N.



Bild 2: BHKW und Spitzenlastkessel

**Objektdaten:**

Typ	Behörde
Baujahr	k. A.
Beheizte Fläche	k. A.
Jahreswärmebedarf [kWh]	80.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	33.000 kWh

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Senertec / Dachs MSR 2G 5,5/ 1 Modul
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	5,5 kW <sub>el</sub> / 12,5 kW <sub>th</sub> / k. A.
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Hoval Gasbrennwertkessel / Erdgas / 70 kW
Pufferspeicher	1.100 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	Ende 2009
Jahresbetriebsstunden	*4.300 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	*53.700 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	*26.200 kWh
Wärmenutzung	Eigennutzung
Jahresstromproduktion BHKW	*24.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	*17.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	k. A.
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	k. A.

\* (berechnete Werte)

**Kontakt:****Objekt**

Rathaus Kirchheim  
Hauptstraße 78  
74366 Kirchheim a. N.

**Eigentümer**

Gemeinde Kirchheim  
Hauptstraße 78  
74366 Kirchheim a. N.

**Planungsbüro**

IBS Ing.Büro Schuler GmbH  
Flößerstraße 60 / 3  
74321 Bietigheim-Bissingen  
www.ing-buero-schuler.de  
Günter Preisendanz  
Tel.: 07142 / 93 63 – 0

## Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) im Landeskriminalamt Stuttgart Stuttgart-Bad Cannstatt

Im Landeskriminalamt in Stuttgart-Bad Cannstatt wurde die Wärme- und Kälteversorgung mit einem Blockheizkraftwerk und einer Absorptionskälteanlage (AbKM) mit hocheffizientem Rückkühlwerk modernisiert. Im Sommer und in der Übergangszeit erzeugt das BHKW mehr Wärme als im Heizungsnetz benötigt wird. Diese Wärme wird für den Betrieb der AbKM zur Kälteerzeugung genutzt. Durch die innovative KWKK hat das BHKW eine hohe Jahreslaufleistung, und es können etwa 80 MWh Strom pro Jahr eingespart werden.



Bild 1: LKA Stuttgart



Bild 2: BHKW

**Objektdaten:**

Typ	Behörde
Baujahr	k. A.
Beheizte Fläche	k. A.
Jahreswärmebedarf [kWh]	6.170.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	4.000.000 kWh

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	MTU / ME 3042 LH3 / 1
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	315 kW <sub>el</sub> / 485 kW <sub>th</sub> / k. A.
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	k. A. / Erdgas / 2 × 2.093 kW
Pufferspeicher	2 × 10.000 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	Anfang 2010
Jahresbetriebsstunden	7.400 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	3.490.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	*2.450.000 kWh
Wärmenutzung	Eigennutzung
Jahresstromproduktion BHKW	*2.279.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	100 %
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	6.670.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	*2.880.000 kWh

\* (berechnete Werte)

**Kontakt:****Objekt**

LKA Baden-Württemberg  
Taubenheimstraße 85  
70372 Stuttgart

**Eigentümer**

Vermögen- und Bauamt  
Stuttgart  
Rotebühlstr. 100  
70178 Stuttgart

**Planungsbüro**

IBS Ing.Büro Schuler GmbH  
Flößerstraße 60 / 3  
74 321 Bietigheim-Bissingen  
www.ing-buero-schuler.de  
Günter Preisendanz  
Tel.: 07142 / 93 63 – 0

## Strom- und Wärmewärmeversorgung des Hallenbades am Ziegeleisee Schorndorf

In Schorndorf wurde ein Hallenbad am Ziegeleisee errichtet. Zur Wärme- und Stromversorgung des Hallenbades betreiben die Stadtwerke Schorndorf zwei Blockheizkraftwerke zusammen mit einer Brennwert-Kesselanlage.

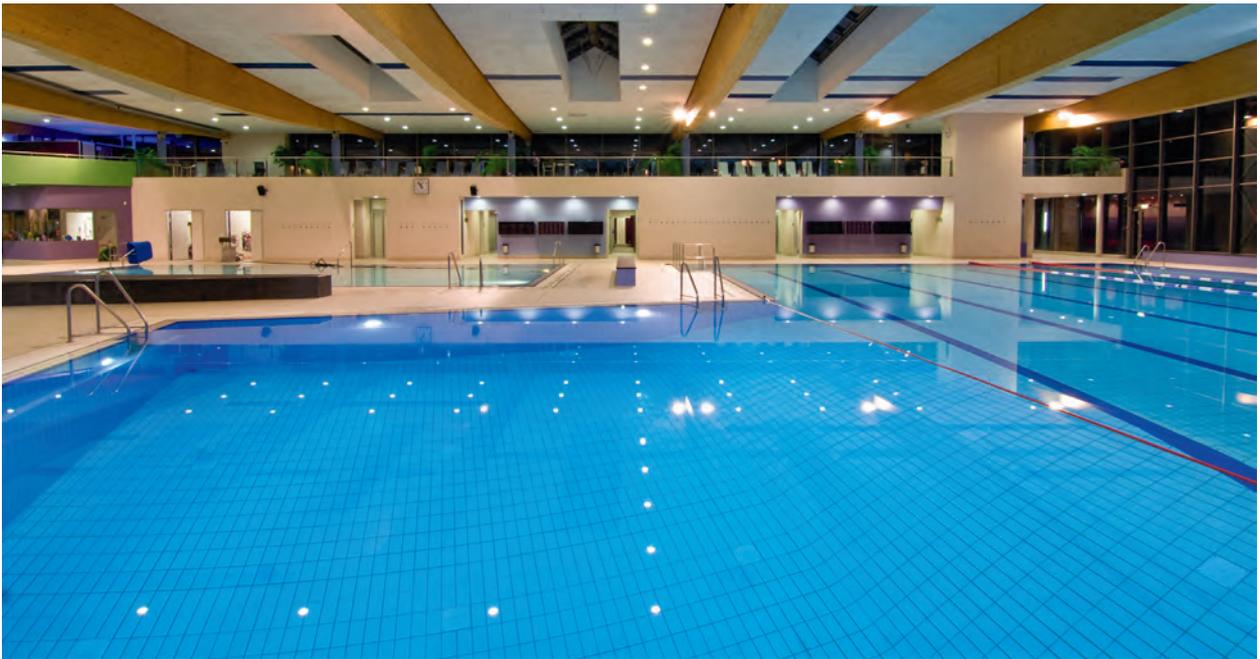


Bild 1: Oskar-Frech-Seebad Innenaufnahme



Bild 2: Oskar-Frech-Seebad Außenaufnahme bei Nacht



Bild 3: BHKW-Module

**Objektdaten:**

Typ	Hallenbad
Baujahr	2008
Beheizte Fläche	3.300 m <sup>2</sup>
Jahreswärmebedarf [kWh]	~ 3.000.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	k. A.

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	Comuna Metall / 5450 / 2 Module
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen je Modul	112 kW <sub>el</sub> / 236 kW <sub>th</sub> / 332 kW <sub>Br</sub>
modulierend	nein
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Hoval Ultragas / Erdgas / 900 kW
Pufferspeicher	17.000 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	2008
Jahresbetriebsstunden	*2 × 6.000 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	*2.592.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	*385.000 kWh
Wärmenutzung	Eigennutzung
Jahresstromproduktion BHKW	*1.344.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	k. A.
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	*4.380.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	*427.777 kWh

\* (berechnete Werte)

**Kontakt:****Objekt**

Oskar-Frech-Seebad  
Lortzingstraße 56  
73614 Schorndorf

**Eigentümer**

Stadtwerke Schorndorf  
Augustenstraße 7  
73614 Schorndorf

**Planungsbüro**

IBS Ing.Büro Schuler GmbH  
Flößerstraße 60 / 3  
74321 Bietigheim-Bissingen  
www.ing-buero-schuler.de  
Günter Preisendanz  
Tel.: 07142 / 93 63-0

## Hotel Traube-Tonbach Baiersbronn

Das Hotel Traube-Tonbach in Baiersbronn ist um eine unterirdische BHKW-Zentrale erweitert worden. Die BHKW-Zentrale musste an einen vorhandenen Baukörper mit Suiten angebaut werden. Aus diesem Grund wurde verstärkt darauf geachtet, dass Schallübertragungen zu keinerlei Belästigung führen können. Die Schallpegelbelastung an der Kaminmündung beträgt maximal 42 dB(A). Im Aufstellungsraum herrscht ein Schallpegel von ca. 70 dB(A).

Um die Wartungsintervalle groß und die Wartungszeiten kurz zu halten, sind die beiden BHKW-Module mit einem Schmierömlaufsystem ausgestattet. Jedes BHKW hat einen Frisch- und Betriebsölbehälter von je 1000l Inhalt.



Bild 1: Außenansicht des Hotelkomplexes



Bild 2: BHKW Steuerung



Bild 3: Motorenöltanks

**Objektdaten:**

Typ	Hotel
Baujahr	k. A.
Beheizte Fläche	k. A.
Jahreswärmebedarf [kWh]	5.700.000 kWh
Jahresstrombedarf [kWh]	4.200.000 kWh

**BHKW-Daten:**

Hersteller / Typ / Anzahl	MTU / ME 3042 D3 / 2 Module
Brennstoff	Erdgas
Nennleistungen	2 × 217 kW <sub>el</sub> / 2 × 335 kW <sub>th</sub> / 2 × 602 kW
modulierend	ja
Spitzenlastkessel (Typ / Brennstoff / Leistung)	Paromat / Erdgas / Öl / 2 827 kW
Pufferspeicher	3 × 4000 l

**Betriebsdaten BHKW-Anlage:**

Inbetriebnahmedatum	11.11.2009
Jahresbetriebsstunden	5.400 Bh
Jahreswärmeproduktion BHKW	3.600.000 kWh
Jahreswärmeproduktion Spitzenlastkessel	2.100.000 kWh
Wärmenutzung	Eigennutzung
Jahresstromproduktion BHKW	2.300.000 kWh
Anteil eigengenutzter Strom	2.300.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf BHKW	6.500.000 kWh
Jahresbrennstoffbedarf Spitzenlastkessel	2.300.000 kWh

**Kontakt:****Objekt**

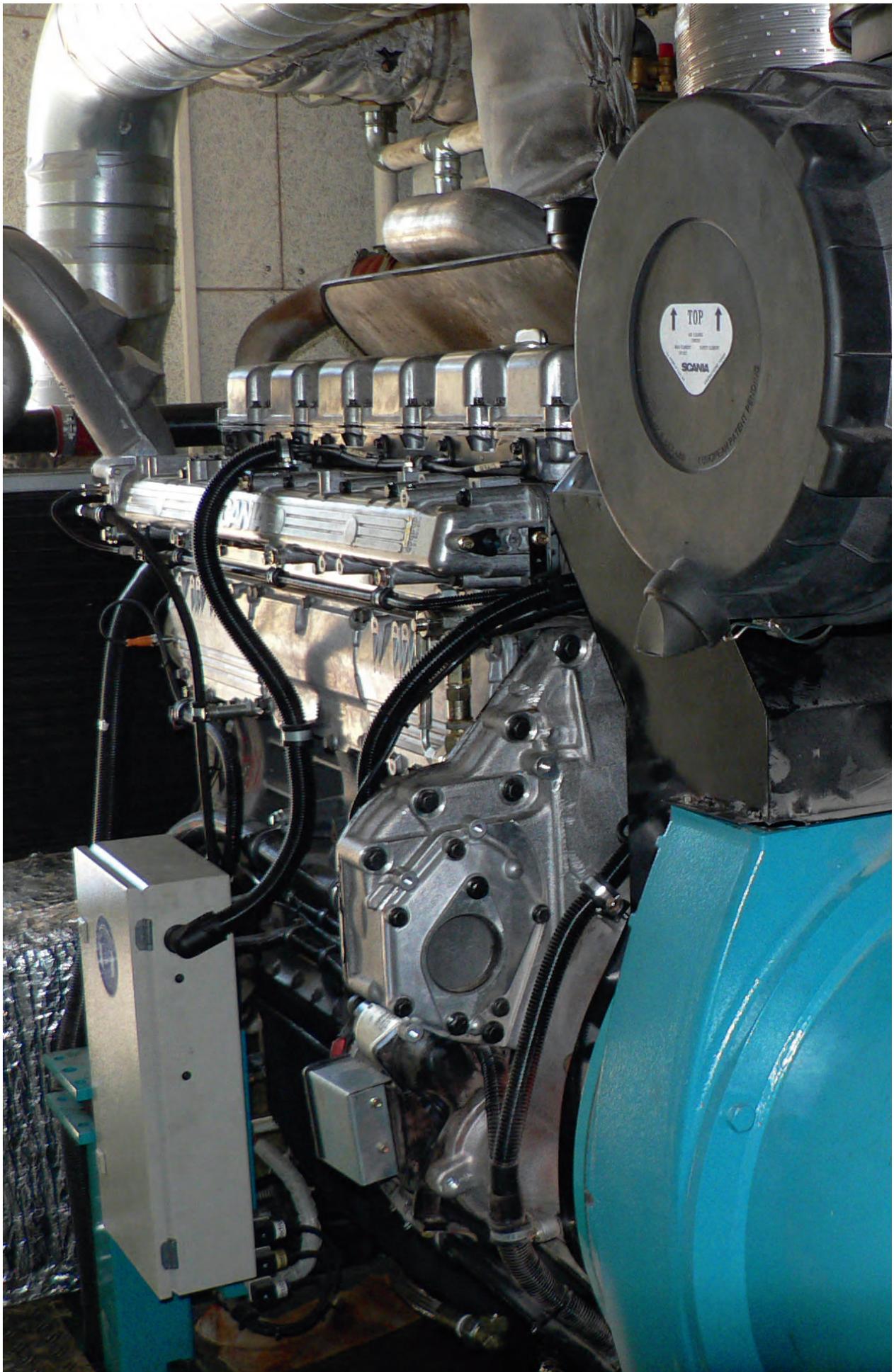
Hotel Traube-Tonbach  
Tonbachstraße 237  
72270 Baiersbronn

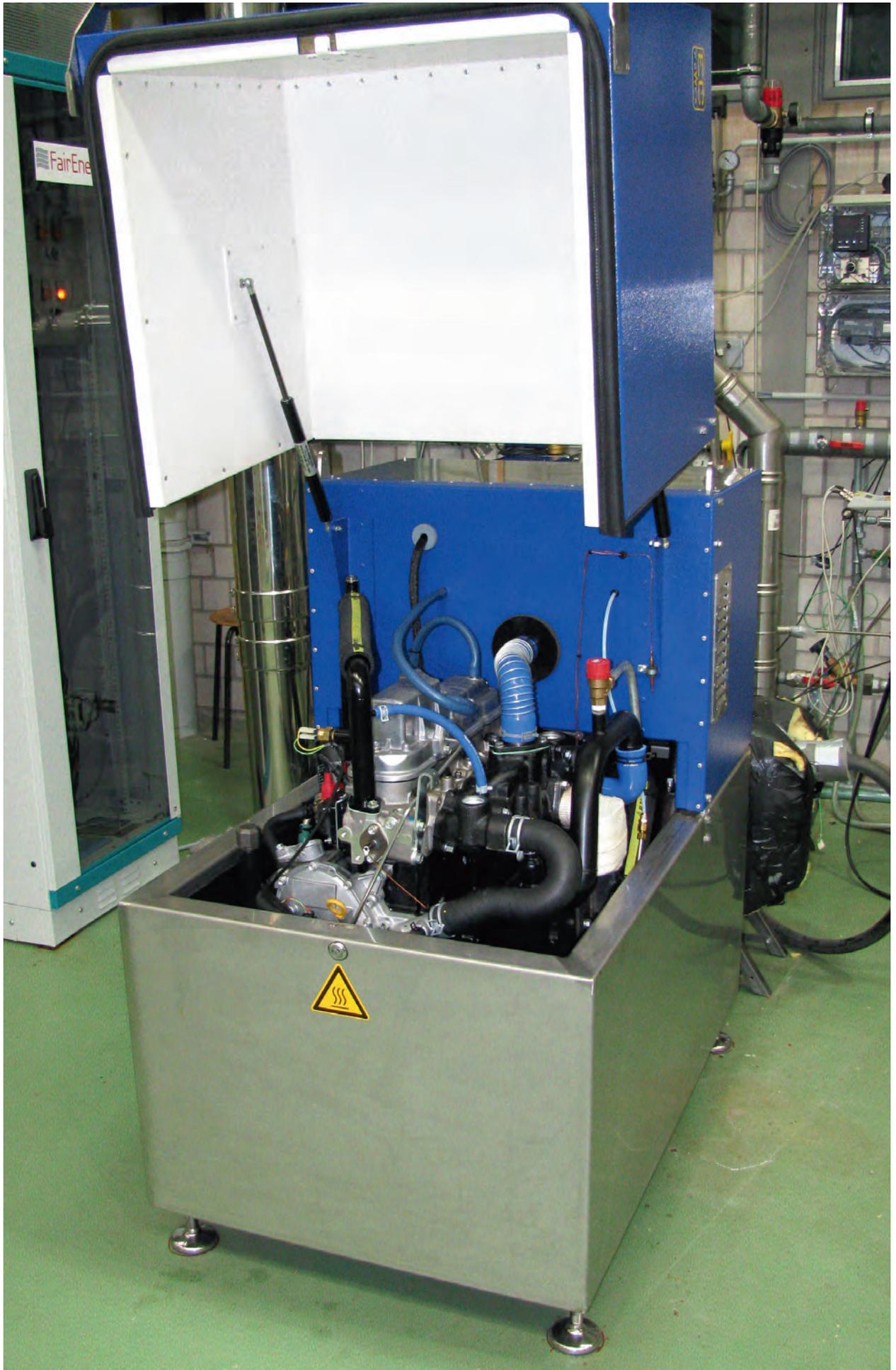
**Eigentümer**

Hotel Traube-Tonbach  
Fam. Finkenbeiner KG  
Tonbachstraße 237  
72270 Baiersbronn

**Planungsbüro**

Ing. Büro für techn. Gebäude-  
ausrüstung Bernd Liepelt  
Beethovenstraße 11  
72270 Baiersbronn  
E-Mail: info@ib-liepelt.de  
Tel: 07442-84330  
Ansprechpartner: Klaus Liepelt







KWK-Gute Beispiele in der Praxis!