

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105 (1987)
Heft: 22

Artikel: Blockheizkraftwerke und Totalenergieanlagen: Tätigkeitsbereich Energietechnik
Autor: Böhi, Hans Jakob
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76605>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

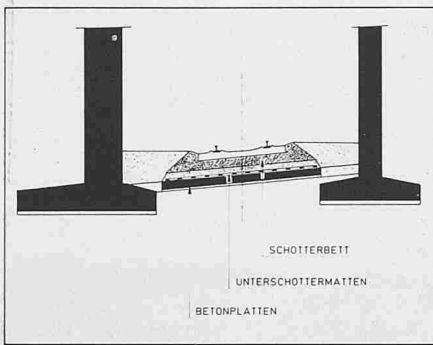


Bild 3. Einbau der Unterschottermatte

Nach der Verlegung des Bahnbetriebes in die neue Tunnelröhre beklagten sich Anwohner über die Erschütterungen. Dies veranlasste den Kanton, uns als Projektverfasser und einige Experten wie z.B. Dr. J. Studer, Ingenieure AG Glauser, Studer, Stüssi, Zürich, zu be-

auftragen, das Problem neu zu untersuchen und Lösungsvorschläge zu unterbreiten.

Die Analyse des Istzustandes mittels Messungen in den Wohnräumen zeigte im Vergleich mit internationalen Richtwerten die Notwendigkeit, für die Nachtperiode in der zweiten Tunnelröhre einen zusätzlichen Schutz vorzusehen. Von den untersuchten technischen Lösungsmöglichkeiten erreichte die sogenannte Unterschottermatte in den Aspekten Wirksamkeit, Kosten, Bahnbetrieb und Langzeiterfahrung die meisten Pluspunkte. Aus den verschiedenen angebotenen Produkten wurde eine dreischichtige, 45 mm starke Matte mit zwei Schichten aus Polyurethan-Schaumstoff und einer zähen Kunststoff-Deckschicht gewählt. Angeordnet ist die Matte ungefähr parallel zu den Gleisen, unterhalb des norma-

len Bahnschotters und einer zusätzlichen 20 cm starken Altschotterschicht, auf einer schwach armierten Betonplatte liegend (Bild 3). Man erwartet von diesem System auch langfristig in den mittleren Frequenzbereichen Dämpfungswerte von 15 bis 20 dB(A). Diese sehr starke Dämpfung reduziert empfindungsmässig die unangenehmen Dröhngeräusche auf mindestens die Hälfte bis etwa einen Viertel und schafft damit komfortable Verhältnisse.

Ausgerüstet wurde ein Streckenabschnitt von etwa 400 m Länge. Die zusätzlichen Kosten für den Erschütterungsschutz belaufen sich auf ungefähr Fr. 2000.- pro m.

Adresse des Verfassers: Vizedir. K. Röhliberger, dipl. Bauing. ETH/SIA, Gruner AG, Ingenieurunternehmung.

Blockheizkraftwerke und Totalenergieanlagen

Tätigkeitsbereich Energietechnik

Hans Jakob Böhi, Basel

Blockheizkraftwerke (BHKW) sind eine Anwendung des Prinzips der Wärme-Kraft-Kopplung. Dieses strebt eine möglichst hohe Ausnutzung der eingesetzten Energie an. Bei BHKW-Anlagen wird dies erreicht, indem die Wellenleistung des Verbrennungsmotors zur Erzeugung von Strom und die gleichzeitig anfallende Abwärme aus dem Kühlwasser und den Abgasen zur Beheizung von Gebäuden verwendet wird. Wir haben seit 1980 verschiedene solcher Anlagen geplant und projektiert. Hier sind zwei Anlagen erwähnt, die seit einigen Jahren in Betrieb stehen.

Blockheizkraftwerk Kantonale Handelsschule Basel

Die Wärmeerzeugung erfolgt mittels drei BHKW-Modulen (Bild 1) und einem gasgefeuerten Spitzenkessel. Jedes Modul besteht aus einem Erdgasmotor mit angeflanschem Generator.

Die Module werden je nach Wärmebedarf eingeschaltet. Bei tiefen Aussentemperaturen ist zusätzlich der Spitzenkessel in Betrieb. Die Module wurden heizungsseitig ohne Speicher in das bestehende hydraulische System eingebunden. Die Module sind mit Asynchrongeneratoren ausgerüstet. Etwa 25 Prozent des erzeugten Stroms wird für den Bedarf der Schulanlagen verwendet. Der grösste Teil der Stromproduktion wird über die nächste Transformatorstation in das Netz der Industriellen Werke Basel eingespeisen.

Verbrennungsmotoren sind sehr lärmintensiv. Da die Module im Keller unterhalb von Schulräumen stehen, mussten Lärmschutzmassnahmen getroffen werden. Die Maschinen wurden deshalb in einer speziell dimensionierten Kabine untergebracht. Die Öffnungen für die Zu- und Abluft sind mit Schalldämmkulissen versehen. Diese Massnahmen gewährleisten, dass die Motoren weder in den Schulräumen noch ausserhalb des Gebäudes zu hören sind.

Die Steuerung und Überwachung der Anlage und die Protokollierung der Zustandsmeldungen erfolgt durch ein frei programmierbares Steuerungsgerät.

Module und Kessel sind nur während der Heizperiode in Betrieb. Die jährliche Betriebszeit beträgt etwa 4000 h pro Einheit. Entsprechend dem Datenblatt (Tabelle 1) ergibt sich damit für die Gesamtanlage das Energieflussdiagramm (Bild 2).

BHKW Überbauung Holeeholzacker

Die Überbauung Holeeholzacker umfasst sechs Mehrfamilienhäusern mit 188 Wohnungen und 34 Einfamilienhäusern. Die Wärmeerzeugung erfolgt in einer gemeinsamen Heizzentrale (Bild 3). Schwierigkeiten mit dem Betrieb bewogen die Eigentümergemeinschaft, uns mit der Ausarbeitung einer Grobanalyse zu beauftragen. Neben verschiedenen betrieblichen Massnahmen musste als Sofortmassnahme auch ein neuer Kessel eingebaut werden. Die ein Jahr später durchgeführte Feinanalyse zeigte dann, dass die Randbedingungen für die Realisierung eines Blockheizkraftwerkes sehr günstig waren. Die Idee stiess bei der Bauherr-

Tabelle 1. Datenblatt des Blockheizkraftwerkes Kantonale Handelsschule Basel

Wärmeerzeugung	
BHKW-Modul	Heizleistung 3 × 140 kW, Stromleistung 3 × 90 kW
Spitzenkessel	2 × 1163 kW, bestehende Gaskessel
Wärmebedarf	
Nutzwärmebedarf der gesamten Anlage	3500 MWh pro Jahr
Anteil BHKW	1800 MWh pro Jahr, Anteil Kessel: 1700 MWh pro Jahr
Stromerzeugung	
Eigenbedarf	260 MWh pro Jahr, Rückspeisung: 940 MWh pro Jahr
Betriebsstunden	Je Modul 4000 h pro Heizperiode

schaft sowie beim zuständigen Elektrizitätsunternehmen auf Interesse. Einzige Randbedingung aus Sicht der Eigentümer war, dass keine höheren Kosten entstehen dürfen als bei einer konventionellen Anlage. Nach längeren Verhandlungen wurde im Herbst 1982 folgende Vereinbarung getroffen:

- die Elektrizitätswerke Birseck Münchenstein (EBM) übernehmen Betrieb und Unterhalt der Heizzentrale;
- die EBM erstellen in eigener Regie ein Blockheizkraftwerk;

- die EBM liefern die Wärme für Raumheizung und Warmwasseraufbereitung;
- Die Verrechnung erfolgt gemäss einem Wärmetarif.

Seit der Heizperiode 1984/85 erfolgt die Wärmeerzeugung mit einem BHKW-Modul und dem ölgefeuerten Spitzenkessel. Der Speicher ermöglicht es, das Modul nicht nur nach dem Wärmebedarf zu fahren, sondern auch zur Deckung von Spitzen im Stromnetz und in der Hochtarifzeit einzusetzen. Die jährliche Betriebsstundenzahl liegt bei 6500 h. Das entsprechende Datenblatt

Wärmeerzeugung	
BHKW-Modul	Heizleistung 1x217kW, Stromleistung 1x140kW
Spitzenkessel	1x1340kW, Ölkessel bestehend
Wärmebedarf	
Nutzwärmebedarf der gesamten Anlage	3100 MWh pro Jahr
Anteil BHKW	1400 MWh pro Jahr
Anteil Kessel	1700 MWh pro Jahr
Stromerzeugung	
Betriebsstunden	960 MWh pro Jahr 6500 h pro Modul und Heizperiode

Tabelle 2. Datenblatt des Blockheizkraftwerkes Überbauung Holeeholzacker

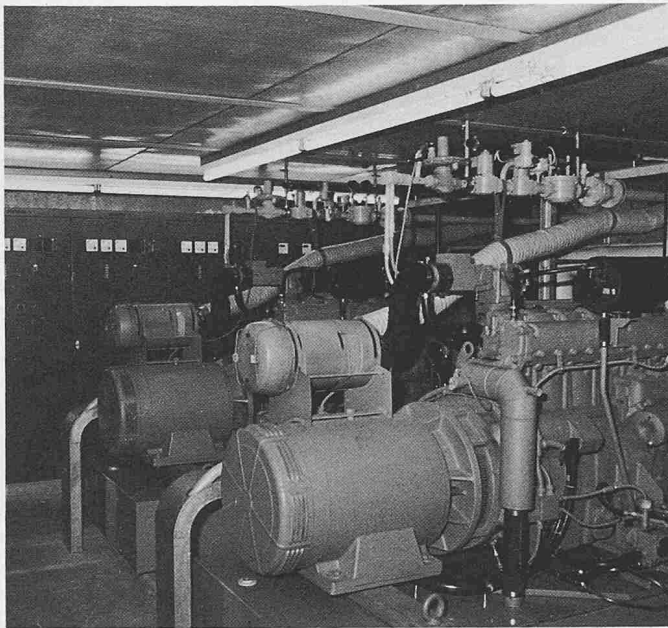


Bild 1. Blockheizkraftwerk Kantonale Handelsschule Basel

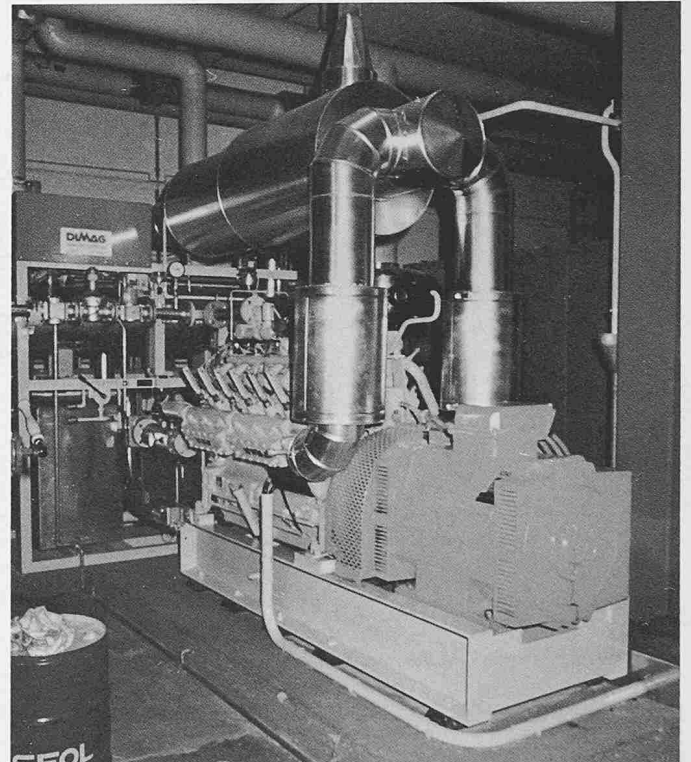
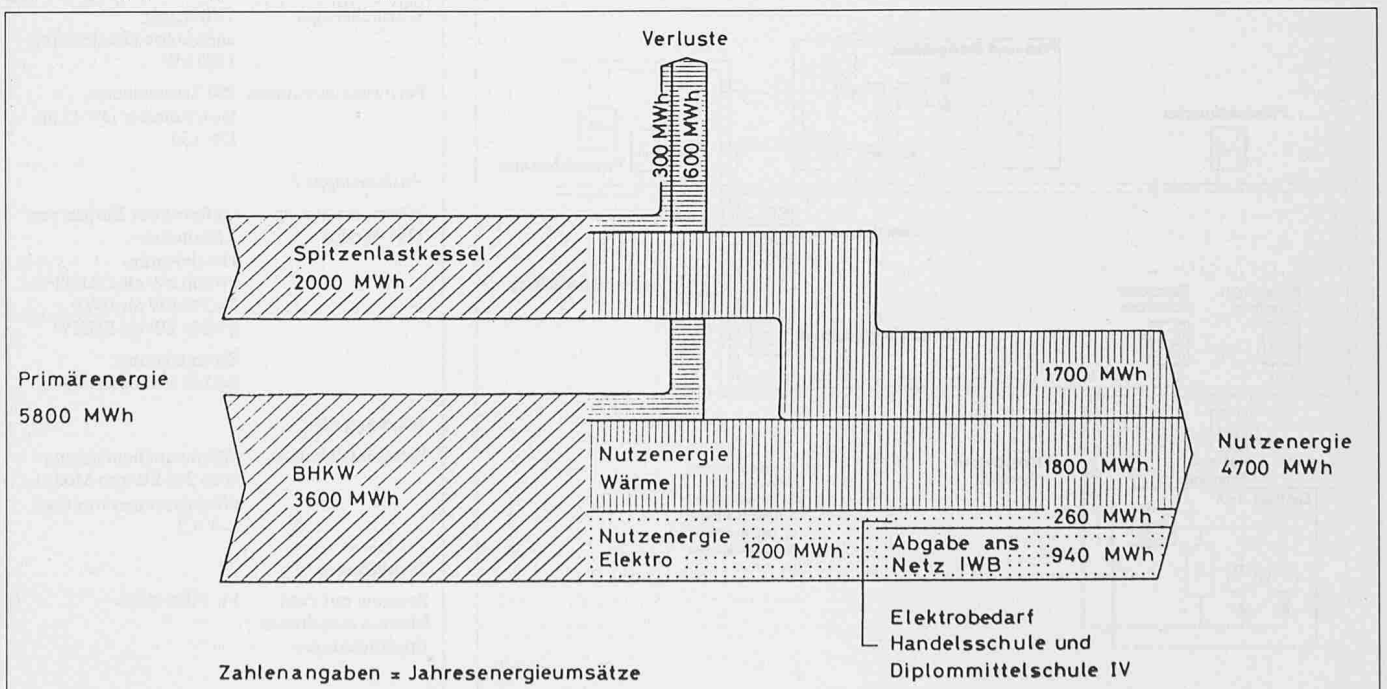


Bild 3 (rechts). Blockheizkraftwerk Überbauung Holeeholzacker, Binningen, BL

Bild 2. Energieflussdiagramm Blockheizkraftwerk Kantonale Handelsschule Basel



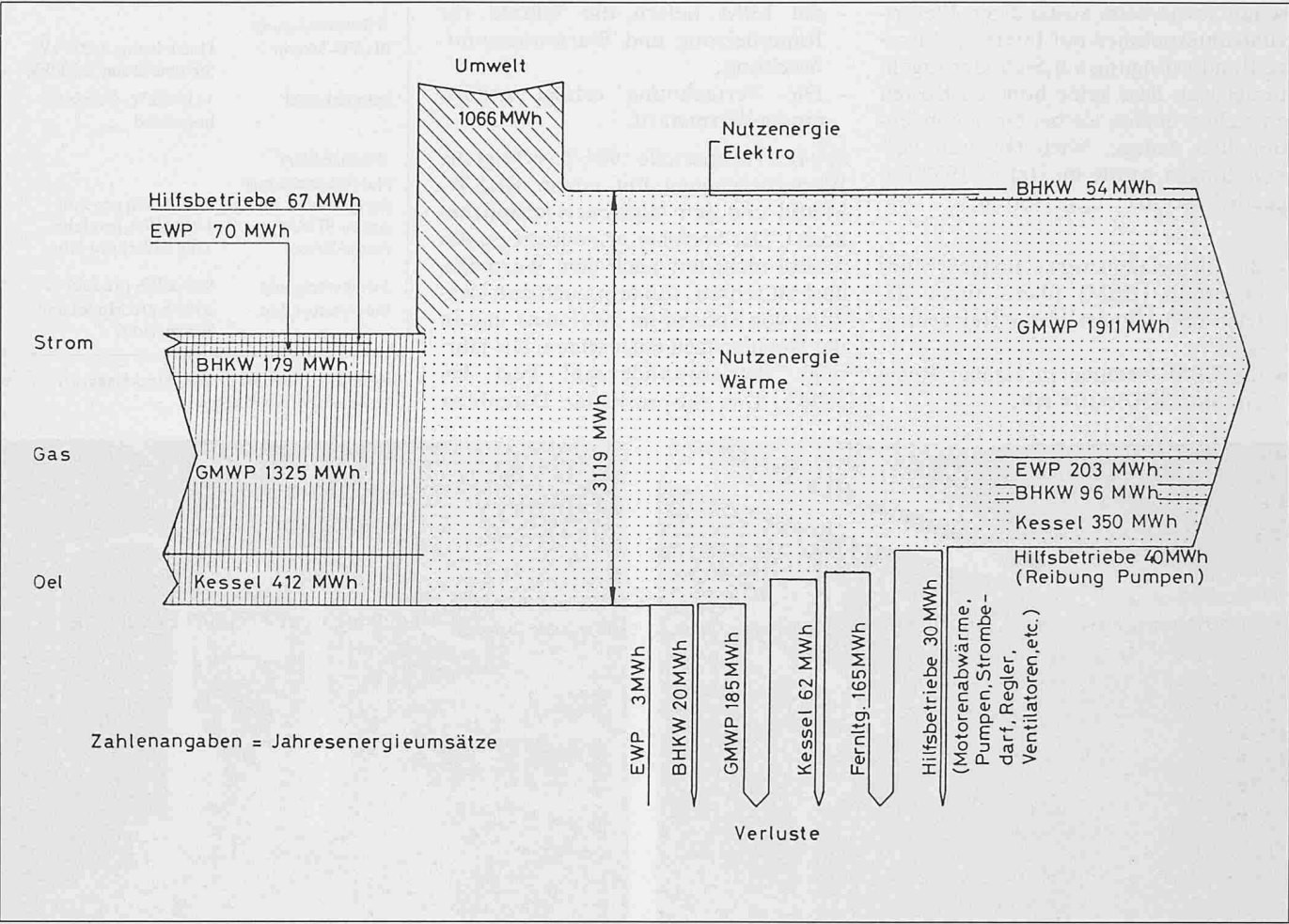


Bild 4. Energieflussdiagramm TEA Binningen, BL (TEA=Totalenergieanlage)

Bild 5. Prinzipschema TEA Binningen, BL

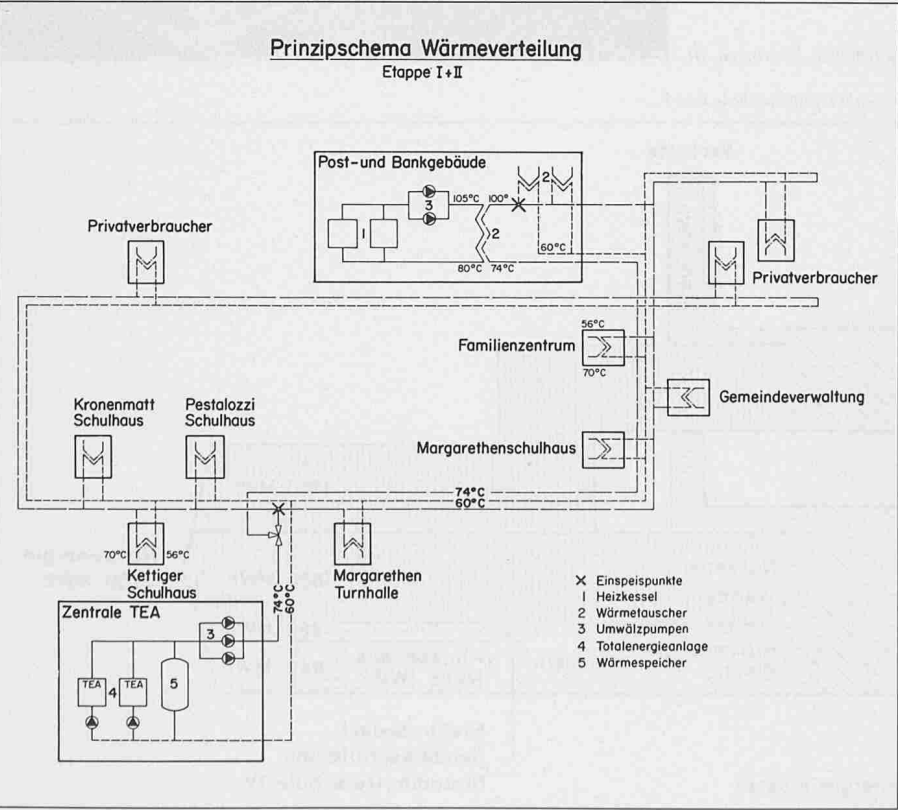


Tabelle 3. Datenblatt Totalenergieanlage Wärmeversorgung Binningen

Ausbaustappe 1	
Wärmeerzeugung	Kessel 2x1000 kW, Ölkessel bestehend
Wärmebezüger	13 Bezüger abonnierte Heizleistung 1500 kW
Fernwärmeleitungen	800 Trasseemeter, Durchmesser DN 32 bis DN 150
Ausbaustappe 2	
Wärmeerzeugung	stufenweiser Einbau von 2 Einheiten
TEA-Modul	Heizleistung: 2x600 kW als GMWP 2x370 kW als EWP 2x240 kW als BHKW
	Stromleistung: 2x140 kW als BHKW
Wärmequelle	
Birsig-Bachwasser	Wärmequellenleistung etwa 215 kW pro Modul (Wassertemperatur etwa 3-4 °C)
Investitionen	
Zentrale mit zwei Moduln einschliessl. Erschliessungen	Fr. 2 000 000.-

ist in der Tabelle 2 und das Energieflussdiagramm im Bild 4 dargestellt.

Die BHKW-Anlage Holeeholzacker zeigt, dass es unter günstigen Randbedingungen möglich ist, kleine dezentrale Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen ohne Subventionen – rein privatwirtschaftlich – zu betreiben.

Totalenergieanlagen

Bei Totalenergieanlagen (TEA) wird die Wellenleistung des Verbrennungsmotors zur Erzeugung von Strom oder zum Antrieb einer Wärmepumpe verwendet. Die Abwärme aus dem Kühlwasser und den Abgasen wird zur Beheizung von Gebäuden verwendet.

TEA-Wärmeversorgung Binningen AG

Im nördlichen Dorfteil von Binningen besitzt die Gemeinde verschiedene Schul- und Verwaltungs-Gebäude, die teilweise renoviert oder deren Heizungen aus Altersgründen ersetzt werden mussten. In diesem Zusammenhang stellten sich folgende Fragen:

- Soll das System der Ölheizungen beibehalten werden?
- Ist eine zentrale Wärmeversorgung

unter Einbezug privater Liegenschaften technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll?

- Wie können fossile Brennstoffe substituiert und damit die Umweltbelastung reduziert werden?

Unser Vorschlag, eine zentrale Wärmeversorgung unter Benutzung bestehender Zentralen und einer TEA-Anlage zu realisieren ging aus einem beschränkten Ingenieurwettbewerb hervor und wurde zur Weiterbearbeitung empfohlen.

Das Wärmekollektiv wird aus wirtschaftlichen Überlegungen in zwei Etappen erstellt. Diese sind wie folgt charakterisiert:

Ausbauetappe 1

Zusammenschluss von 13 Wärmebezugern (sieben Gemeindebauten und sechs Privatliegenschaften), wobei die Wärmeerzeugung in einer bestehenden Zentrale erfolgt;

Ausbauetappe 2

Bau einer neuen Energiezentrale mit zwei TEA-Anlagen und Nutzung des Bachwassers der Birsig.

1982 wurde das Bauprojekt für die Etappe 1 und ein Vorprojekt der Etappe 2 ausgearbeitet. Basierend auf diesen

Grundlagen wurde der Wärmetarif festgelegt, der es ermöglichte, mit den Wärmebezugern Lieferungsverträge abzuschliessen.

Im Herbst 1983 wurde die *Wärmeversorgung Binningen AG* gegründet und der Bau der ersten Etappe beschlossen. Die Aktionäre sind zu 75 Prozent die Gemeinde Binningen und zu 25 Prozent die EBM. Mitte Oktober 1984 konnte die Ausbauetappe 1 in Betrieb genommen werden.

In den ersten beiden Betriebsjahren konnten befriedigende Geschäftsergebnisse erzielt werden. Trotz des gegenwärtig tiefen Energiepreinsniveaus haben sich in der Zwischenzeit einige weitere Liegenschaftsbesitzer entschlossen, sich dem Wärmeverbund anzuschliessen. Aus diesen Gründen wurde 1986 das Bauprojekt der Ausbauetappe 2 erstellt, und anfangs dieses Jahres wurde auch die Realisierung beschlossen.

Für den Betrieb unter Einbezug der neuen Energiezentrale ergibt sich das Datenblatt (Tabelle 3) und das Energieflussdiagramm (Bild 4).

Adresse des Verfassers: H.J. Böhi, dipl. Ing. ETH/SIA, Geschäftsleiter, Gruneko AG, Chrischonastr. 38, 4058 Basel.

Verkehrslärm – ein aktuelles Problem

Tätigkeitsbereich Transport und Verkehr

Von Peter Huber, Basel

Die rasche technische Entwicklung der letzten Jahrzehnte hat den Lärm zu einem schwerwiegenden Umweltproblem werden lassen. Vor allem die Lärmbelastung mit Strassenlärm ist wegen der stetig zunehmenden Anzahl der Motorfahrzeuge erheblich angestiegen. Die Lärmbelastung hat vielerorts ein Ausmass erreicht, das oft zu schweren Störungen und Gesundheitsschädigungen führen kann. Mit der erwarteten weiteren Zunahme des Motorfahrzeugverkehrs in den kommenden Jahren werden die Lärmprobleme noch zunehmen.

Lärmquellen und Gesetze

Strassenverkehrslärm wird hauptsächlich durch zwei Geräuschquellen verursacht: die Antriebsgeräusche von Motor und Getriebe sowie die Rollgeräusche, welche von den Reifen und der Belagtextur beeinflusst werden. Die Rollgeräusche überwiegen die Antriebsgeräusche bei Geschwindigkeiten von über 50 km/h bei Personenwagen

und bei über 70 km/h bei Lastwagen. Bei niedrigeren Geschwindigkeiten bilden die Motorengeräusche die Hauptquelle der Lärmerzeugung.

Damit die Bevölkerung vermehrt vor Verkehrslärmimmissionen geschützt werden kann, wurden verschiedene Gesetze und Verordnungen eingeführt oder sind in Vorbereitung. Im Umweltschutzgesetz vom 7. Oktober 1983 sind die gesetzlichen Grundlagen für den Schallschutz bei bestehenden und

neuen Gebäuden geregelt, die dem längeren Aufenthalt von Personen dienen. In der Verordnung über den Lärmschutz bei ortsfesten Anlagen werden unter anderem die Belastungsgrenzwerte sowie die Definition der Empfindlichkeitsstufen festgelegt.

Für die Beurteilung des Verkehrslärms sind die Lärmimmissionen am untersuchten Objekt und dessen Nutzungsart massgebend. In der Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986 wurden die *Empfindlichkeitsstufen* gemäss den Nutzungsarten definiert.

Die Empfindlichkeitsstufe I umfasst die Schutzzonen für die Gewährleistung eines erhöhten Lärmschutzes (Erholungsgebiete usw.). Die Stufe II umfasst die Wohnzonen sowie die Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen, in denen keine störenden Betriebe zugelassen sind. Die Gewerbe- und Industriezonen mit mässig störenden Betrieben werden der Empfindlichkeitsstufe III zugeordnet, und die Stufe IV umfasst die Gewerbe- und Industriezonen mit stark störenden Betrieben.