Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 75 (1984)

Heft: 6

Artikel: Betriebserfahrungen mit WKK-Anlagen

Autor: Lüdin, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904381

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

2.21 ✓

Betriebserfahrungen mit WKK-Anlagen

W. Lüdin

Die Stromerzeugung von WKK-Anlagen ist mit dem Wärmebedarf gekoppelt. Wird viel Wärme benötigt, so läuft die Anlage mit Volllast, und es wird auch viel elektrische Energie produziert. Diese elektrische Energie kann ihrerseits zur Wärmeerzeugung genutzt werden, z.B. mittels Wärmepumpen. In diesem Fall lässt sich eine Primärenergieausnützung von › 1 erzielen. Falls die WKK- und Wärmepumpenanlage nicht den gleichen Standort aufweisen, kann das öffentliche Verteilnetz eine Verteil- und, bis zu einem gewissen Grad, eine Pufferfunktion übernehmen.
Aufgrund von Überlegungen dieser Art hat sich die Elektra Birseck Münchenstein (EBM) intensiv mit verschiedenen dezentralen WKK-Kleinanlagen befasst. In diesem Beitrag wird über praktische Erfahrungen berichtet.

La production d'électricité par couplage chaleur-force est lié au besoin en chaleur: si beaucoup de chaleur est demandée, alors l'installation marche à pleine capacité et beaucoup d'énergie électrique est produite. Cette énergie électrique peut de son côté être utilisée pour produire de la chaleur, par exemple au moyen de pompes à chaleur. Dans ce cas on peut atteindre une utilisation d'énergie primaire › 1. Si le système de couplage chaleur-force et la pompe à chaleur ne se trouvent pas au même endroit, le réseau public peut assurer la distribution et, jusqu'à un certain point, une fonction d'équilibration. Sur la base de telles réflexions, l'Elektra Birseck Münchenstein (EBM) s'est intensivement intéressée à différentes petites unités décentralisées de couplage chaleur-force. L'article présente des expériences pratiques acquises.

Adresse des Autors
Werner Lüdin, dipl. El.-Ing. ETH, stv. Direktor, Elektra Birseck, 4142 Münchenstein

1. Vorbemerkung

Aus der Gesamtenergiestatistik der Schweiz ist zu entnehmen, dass zur Deckung des gesamten Nutzenergiebedarfs im Jahre 1982 von 379 PJ*) ein Einsatz an Endenergieträgern von 667 PJ notwendig war. Die Differenz von 288 PJ, entsprechend 43,2% der den Endverbrauchern zur Verfügung gestellten Energiemenge, ist als Verlust ungenutzt an die Umwelt abgegeben worden.

Den weitaus grössten Nutzenergieanteil stellt die Wärme dar, nämlich 76,8%, zu deren Erzeugung allein 414 PJ Endenergieträger erforderlich waren. Fast die Hälfte davon (197 PJ) wird in der Verbrauchergruppe Haushalt eingesetzt und dient in erster Linie der Raumwärme-Bereitstellung und zu einem geringen Teil für das Kochen. Die Bedeutung des Bedarfs an Raumwärme im Haushalt zeigt sich deutlich darin, dass dafür ein Viertel der in Haushalt, Gewerbe, Industrie und Verkehr insgesamt verbrauchten Nutzenergie in Form von flüssigen Brennstoffen eingesetzt wurde. Dies entspricht der imposanten Menge von 3,5 Mio Tonnen Heizöl in einem Jahr.

Raumwärme ist diejenige Energieform, die physikalisch die geringste Wertigkeit aufweist. Energie mit einer Temperatur auf dem Niveau der Umgebungstemperatur hat die Wertigkeit Null. Das Ziel optimaler Energienutzung muss deshalb sein, Wärmeverluste aus Prozessen irgendwelcher Art, also Abwärme, soweit als möglich für die Bereitstellung von Raumwärme einzusetzen.

Aus der schweizerischen Energiebilanz lassen sich eine ganze Reihe von Verlustquellen ermitteln, die für die Raumwärme genutzt werden könnten und damit den Heizölbedarf entsprechend reduzieren würden. Im Vordergrund stehen dabei alle Prozesse, bei denen Energieträger in mechanische Arbeit umgewandelt werden. Im industriellen Sektor werden diese Möglichkeiten bereits genutzt. Wo Prozessdampf erzeugt werden muss, kommt die Abwärme in der Regel bei der Raumwärme-Bereitstellung noch zum Einsatz. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die bei der Produktion von Elektrizität auftretende Abwärme für die Raumwärme nutzbar zu machen.

*) 1 PJ = 1 Peta-Joule = 10^{15} Joule

2. Stromproduktion und Abwärmenutzung

Im Jahr 1982 betrug der Landesverbrauch an elektrischer Energie 36,7 TWh (132 PJ). Einschliesslich der Übertragungsverluste und der exportierten Menge wurden in der Schweiz 188 PJ elektrische Energie produziert. Dafür wurden an Bruttoenergieträgern 166 PJ Wasserkraft (50%), 156 PJ Kernbrennstoff (47%) und 9 PJ andere, vorwiegend flüssige Brennstoffe (3%) eingesetzt. Von den totalen Verlusten für die Stromproduktion im Ausmass von 143 PJ entfallen 33 PJ auf die Wasserkraftwerke, 104 PJ auf die Kernkraftwerke und 6 PJ auf die übrigen Kraftwerke.

Diese mit der Stromproduktion gekoppelte Abwärme wäre für die Dekkung des Raumwärmebedarfs theoretisch nutzbar. Auch unter Berücksichtigung, dass ein Teil dieser Abwärme im Sommerhalbjahr entsteht, könnte damit ein wesentlicher Teil der aus Erdöl erzeugten Wärme ersetzt werden. Zur Nutzung dieses Wärmepotentials wären allerdings hohe Investitionssummen notwendig, um die entsprechenden Fernwärmenetze aufzubauen.

In den letzten Jahren ist die in der Bundesrepublik Deutschland eingeführte dezentrale Stromproduktion

mit Wärme-Kraft-Kopplung als wünschbare Möglichkeit zur Energieeinsparung gefordert worden. In der Bundesrepublik Deutschland (BRD) ist jedoch die Struktur der Stromproduktion völlig anders als in der Schweiz. Im Jahr 1981 stammten in der BRD lediglich 21% – in der Schweiz 97% – der Stromproduktion aus den Bruttoenergieträgern Wasserkraft und Kernbrennstoff. Mit 61% kam die Kohle zur Anwendung. Für den restlichen Bedarf in der BRD wurden 13% Gas, 4% Erdöl und 1% Sonstiges (Müll usw.) eingesetzt. Diese letztgenannten Energieträger sind ohne Schwierigkeiten auch dezentral anwendbar und verändern die BRD-Bruttoenergie-Struktur überhaupt nicht.

Auf schweizerische Verhältnisse bezogen, heisst dies jedoch, dass Kernkraft durch Gas, Kohle und Erdöl ersetzt werden müsste. Dadurch würde die Auslandabhängigkeit nicht vermindert, sondern im Gegenteil noch einseitiger gestaltet. Zudem wäre mit wesentlich grösseren Schadstoff-Immissionen und den daraus entstehenden Konsequenzen zu rechnen.

3. Wärme-Kraft-Kopplung in dezentralen Kleinanlagen

Stromproduktion und Abwärmenutzung in dezentralen Kleinanlagen kommen in der Schweiz nur unter bestimmten Bedingungen sinnvoll zur Anwendung. In erster Linie kommt als fossiler Brennstoff nur Gas in Frage. Wegen des im Vergleich zu anderen Industriestaaten überdurchschnittlich hohen Ölanteils der Schweiz wird im Schlussbericht der Kommission für die Gesamtenergiekonzeption (GEK) der Ersatz durch andere Energien postuliert und dabei dem Erdgas erste Priorität eingeräumt.

Ebenso wichtig ist jedoch, dass der in Kleinanlagen produzierte Strom vollumfänglich für den Antrieb von elektrischen Wärmepumpen eingesetzt wird. Damit kann für die Wärmeproduktion eine Leistungsziffer von mehr als 1 erreicht werden, das heisst, es wird mehr Nutzwärme erzeugt als in Form von fossilen Brennstoffen eingesetzt werden muss. So wird eine echte Energieeinsparung und zudem die wünschbare Ölsubstitution erreicht.

Wenn die WKK-Anlage und die Wärmepumpen-Anlage nicht den gleichen Standort haben, so kann das öffentliche Elektrizitäts-Verteilnetz die Verbindungsfunktion übernehmen, in vielen Fällen auch noch eine Speicherfunktion. Die WKK-Anlage liefert Wärme und Strom zu Spitzenzeiten des Strombedarfs, und die Wärmepumpen-Anlage übernimmt die Wärmeproduktion dann, wenn der höchste Wärmebedarf auftritt, und nutzt Strom während Schwachlastzeiten.

Anlagen zur thermischen und elektrischen Energieproduktion im EBM-Versorgungsgebiet Tabelle I

Anlagen	Totale Bruttoleistung
TSM, Regionale Tagesschulen und Kindergarten für motorisch- und sehbehinderte Kinder, Münchenstein	0,8 MW
BVK, Überbauung Zollweiden, Münchenstein	0,9 MW
BLT, Tramdepot Oberwil / ARA Therwil	0,5 MW
BBA, Quartierheizung Bettenacker AG, Allschwil	2,3 MW
MHB, Miteigentümergemeinschaft Holeeholzakker, Binningen	1,7 MW
WBA, Wärmeversorgung Binningen	3,7 MW

4. Betriebserfahrungen mit Wärme-Kraft-Kopplungs-Kleinanlagen

Auf der vorerwähnten Überlegung basierend, hat sich die Elektra Birseck Münchenstein (EBM) sehr intensiv mit Wärme-Kraft-Kopplungs-Kleinanlagen befasst und an verschiedenen Projekten auf mannigfache Art mitgewirkt. In Tabelle I sind die in Betrieb stehenden oder im Bau befindlichen Anlagen aufgeführt. Im Bulletin SEV/VSE Nr. 10/1983, Seite 523, wurde bereits eine ausführliche Tabelle über die Anlagen im EBM-Versorgungsgebiet veröffentlicht.

Wirtschaftlich akzeptable Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen sind praktisch nur mit Einheiten zu erreichen, die im Minimum eine Leistung von 100 kW elektrisch besitzen. In solchen Gruppen entsteht eine nutzbare Wärmemenge von fast 200 kW thermisch. Dafür müssen mindestens 100 Wohneinheiten zur Verfügung stehen, die eine Heizung benötigen. Eine Voraussetzung für Wärme-Kraft-Kopplung ist deshalb der Aufbau von Sammelheizungen, Quartierwärmeversorgungen oder gar Fernwärmenetzen. In solchen zentralisierten Heizanlagen lassen sich optimal unterteilte Produktionseinheiten aufstellen. Die starre Kopplung von Strom- und Wärmeproduktion kann durch Wärmespeicher einerseits und mit Hilfe des öffentlichen Elektrizitätsnetzes andererseits für den Betrieb wirtschaftlicher gestaltet werden.

Bei der Nutzung der Umweltenergie mittels Wärmepumpen sind nur begrenzte Heizwassertemperaturen erreichbar. Sind höhere Temperaturen als 65 °C erforderlich, so sind zusätzliche Heizkessel notwendig. Wenn in Heizzentralen Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage, Wärmepumpe und Spitzenkessel zum Einsatz kommen, so bedingen wirtschaftlich realisierbare Anlagen recht grosse Wärmekollektive, und zwar einige hundert Wohneinheiten pro Heizzentrale.

5. Dimensionierung der Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen

Der Wärmebedarf des Verbrauchers (Wärmekollektiv) bildet die Grundlage für die Bestimmung der Grösse der WKK-Anlage, und für den Wärmebedarf ist der Verlauf der Aussentemperaturen massgebend. Für generelle Untersuchungen genügt in der Regel die Dauerkurve der für den Ort des Verbrauchers geltenden Aussentemperaturen.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird der Grundlastbedarf für die Wärme, das heisst diejenige Wärmeleistung, die während mindestens 4000 Stunden pro Jahr benötigt wird, mit der Abwärme aus der WKK-Anlage gedeckt und für den Spitzenbedarf ein Heizkessel aufgestellt. Auch aus Sicherheitsgründen ist die Ergänzung mit einer konventionellen Heizkessel-Anlage sinnvoll. Zudem wird auf diese Weise erreicht, dass für die Grundlast des Wärmebedarfs ein leitungsgebundener Energieträger (Gas) und für den Spitzenbedarf ein speicherbarer Energieträger (Öl) zum Einsatz kommt. Die Aufteilung in Nutzung aus Wärme-Kraft-Kopplung und in Einsatz von Öl ist eine Kostenfrage.

6. Bestimmung des Wärmebedarfs

Die Art und Weise der Bestimmung des Wärmebedarfs ist von grundlegender Bedeutung. Zum Beispiel wurde

Wärmebedarfsrechnung nach SIA 380 für eine Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage der EBM Tabelle II

Heizung	365 kW
Lüftungen	43 kW
Küchenlüftung	116 kW
Schwimmbadlüftung	60 kW
Gebrauchswarmwasser	257 kW
Schwimmbadwasser	140 kW
Total	981 kW
Spitzenbedarf (Gleichzeitigkeit)	739 kW

für eine Anlage der Wärmebedarf vom Ingenieurbüro gemäss Tabelle II vorgelegt. Der Bestimmung der Wärmebedarfsleistung diente SIA 380. Der für die Dimensionierung der WKK-Anlage massgebende höchste Wert für den Wärmebedarf wurde mit 704 kW fest-

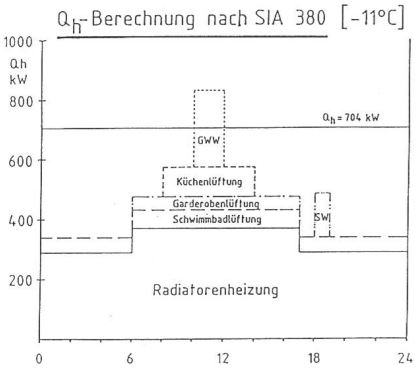

Fig. 1 Wärme-Entnahme-Programm für ein Wärme-Kraft-Kopplungs-Projekt
GWW = Gebrauchswarmwasser
SW = Schwimmbadwasser

gelegt. Figur 1 veranschaulicht die dem Projekt zugrunde gelegten Bedarfsanteile. Die so konzipierte Heizzentrale wurde mit einem Spitzenkessel mit einer Leistung von 580 kW und mit einer Gasmotor-Generator-Gruppe von 135 kW elektrisch und 223 kW thermisch ausgerüstet. Die Einrichtungskosten beliefen sich auf Fr. 440 000.– (Tab. III).

Der Betrieb der Anlage war mit dem in Figur 1 dargestellten Wärmeentnahmeprogramm nicht möglich. Die WKK-Anlage funktionierte nur so lange, als die Rücklauftemperatur unter 70 °C lag. Bei ungenügender Wärmeentnahme – zum Beispiel der Boiler-Wärmeaustauscher – wurde die Vorlauftemperatur nicht genügend abgesenkt. Durch Drosselung des Wasserdurchflusses, das heisst

Heizleistung und Investitionen für eine Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage der EBM Tabelle III

Wärmebedarf (SIA 380)	704 kW
Wärmeproduktion	
– Heizkessel für Spitzenbedarf	580 kW
– Wärme-Kraft-Kopplung	223 kW
Stromproduktion aus Wärme-Kraft-Kopplung	135 kW
Investitionen für	
– Wärme-Spitzenbedarf	126 000 Fr.
(bezogen auf Kesselleistung)	(220 Fr./kW)
– Wärme-Kraft-Kopplung	314 000 Fr.
(bezogen auf Nutzleistung Wärme und Strom)	(880 Fr./kW)

durch Reduktion der Leistung und durch Verlängern der Aufheizdauer, war der Betrieb möglich.

Die Änderung des Wärmeentnahmeprogramms und die gleichzeitige Korrektur der Wärmebedarfsrechnung gemäss neuer Empfehlung SIA 384/2 führten zu einem neuen Wärmebedarfs-Höchstwert von 564 kW (Fig. 2). Dieser den statischen Wärmebedarf angebende Wert und der daraus resultierende betrieblich notwendige dynamische Wärmebedarf, der noch um einige Kilowatt darunter liegt, führten zu einer erheblichen Verkürzung der Laufzeit der WKK-Anlage und damit zu entsprechend höheren spezifischen Kosten pro produzierte Energieeinheit. Bezüglich dynamischen Wärmebedarfs sei auf den SKEW-Bericht

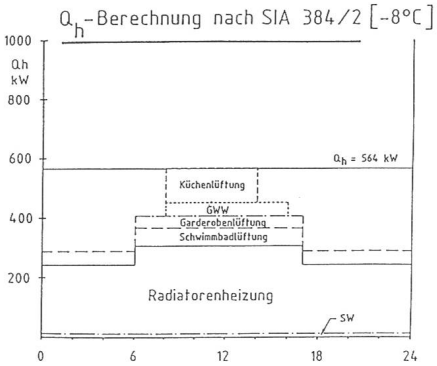

Fig. 2 Wärme-Entnahme-Programm nach Inbetriebnahme der Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage
GWW = Gebrauchswarmwasser
SW = Schwimmbadwasser

«Elektrische Raumheizung» verwiesen.

7. Betrieb der Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage mit dem öffentlichen Netz

Bei den Einrichtungen für Wärme-Kraft-Kopplung in Kleinanlagen handelt es sich um Gasmotor-Elektrogenerator-Gruppen, wofür die Anschlussbedingungen für Eigenerzeugungsanlagen ausschlaggebend sind. Solche sind bei den entsprechenden Elektrizitätswerken zu erfragen. Ferner besteht die Weisung des Eidgenössischen Starkstrominspektorats betreffend «Parallel-Schaltung von Niederspannungs-Energieerzeugungsanlagen mit Stromversorgungsnetzen». Eine VSE-Arbeitsgruppe hat zudem ein «Merkblatt» mit allgemeinen und technischen Bedingungen und ein «Anschlussgesuch» ausgearbeitet. Als Voraussetzungen für eine elektrische Verbindung mit dem öffentlichen Netz sind zu fordern:

- Angepasste elektrische Geräte an der starkstromseitigen Verbindungsstelle,
- die Stromerzeugungsanlage muss für den Parallelbetrieb ausgelegt sein,
- Parallelschalteinrichtung,
- Schutzeinrichtungen,
- Einrichtung zur Energiemessung.

8. Kosten für die Nutzenergie

Die Betriebskosten für eine Heizzentrale mit Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage können in die folgenden drei Hauptbestandteile aufgeteilt werden:

- Kapitalkosten
- Kosten für Wartung, Bedienung, Reparaturen
- Brennstoffkosten

Die Erfahrung zeigt, dass auch gut dimensionierte Anlagen recht hohe Durchschnittskosten für die Nutzenergie (Wärme und Strom) ergeben. Die Tabelle IV zeigt die Verhältnisse bezüglich Energiemenge und Jahreskosten für eine der durch die EBM erstellten Anlagen. Die zum Vergleich aufgeführte Modellrechnung war vor der Ausführung die Grundlage für den Baubeschluss. Massgebend war damals zudem der Vergleich mit einer konventionellen Heizanlage, deren

Kostenvergleich zwischen einer konventionellen Heizanlage und einer Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage Tabelle IV

	Modellrechnung		Jahresrechnung 1982/1983	
	konv.	WKK	WKK	konv. (im Vergleich)
Nutzenergie				
- Wärme MWh	1 124	1 124	655	655
- Strom MWh	-	565	384	-
Energiebedarf				
- Öl MWh	-	230	67	-
- Gas MWh	1 561	2 000	1 323	910
Jahreskosten Fr.				
- Kapital	12 076	41 362	41 362	12 076
- Betrieb und Wartung	11 088	32 314	26 572	11 088
- Brennstoffe	99 221	125 373	85 871	60 762
Total	122 385	199 049	153 805	83 926
Anteil Wärme Fr.	122 385	126 933	95 834	83 926
Anteil Strom Fr.	-	72 116	57 971	-
Durchschnittskosten				
- Wärme Rp./kWh	10,9	11,3	14,6	12,8
- Strom Rp./kWh	-	12,8	15,1	-

Daten ebenfalls angegeben sind. Vom Wärmebezüger wurden seinerzeit um rund 4% höhere Kosten akzeptiert. Das Ergebnis im ersten Betriebsjahr führte aufgrund des effektiven, wegen der Witterungsverhältnisse allerdings unterdurchschnittlichen Wärmebedarfs zu 14% höheren Kosten. Die spezifischen Durchschnittskosten liegen für Wärme und Strom bei rund 15 Rp./kWh.

Mehr als die Hälfte der Kosten entfallen auf die Brennstoffe. Der Aufwand für Wartung, Bedienung und Reparaturen beträgt 18% und ist für rotierende Maschinen, die als Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage eingesetzt werden, grösser als für Brenner und Kessel bei konventionellen Anlagen. Weil die Investitionskosten pro kW Nutzenergie bei den Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen zwei bis drei Mal höher sind als bei Heizkesselanlagen, sind auch die Kapitalkosten zwei bis drei Mal grösser, bezogen auf die genutzte Energiemenge. Strom und Wärme aus WKK-Anlagen sind bei gleicher Nutzenergiemenge teurer als Wärme aus Kesselanlagen. Durch kleinere Aggregate und damit längere Laufzeiten der Motor-Generator-Gruppen können die Kapitalkosten gesenkt werden. Demgegenüber erhöhen sich die Kosten für die Vergrösserung der Kesselanlage.

9. Entschädigung für Strom aus Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen

Als Ziel wird eine Kombination von WKK-Anlage mit Wärmepumpen-Anlage angestrebt. Dabei kann die Wärmepumpen-Anlage in die WKK-Anlage integriert oder dezentral irgendwo an das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossen sein. Bei der WKK-Anlage mit integrierter Wärmepumpen-Anlage wird der Strom im System erzeugt und verbraucht; die Frage eines Stromübernahmepreises stellt sich dabei nicht.

Werden WKK-Anlage und Wärmepumpen-Anlage von der EBM oder von Dritten unabhängig voneinander dezentral im Versorgungsgebiet erstellt und betrieben, so stellt sich für die WKK-Anlage die Frage des Übernahmepreises für die produzierte Elektrizität. Die Elektra Birseck geht dabei so vor, dass sie nach Genehmigung der ihr vom Anlagen-Ersteller vorgelegten Kostenrechnung die zu erwartenden Kosten für den Anteil Strom übernimmt. Die Delegierten der Genossenschaft EBM haben anlässlich der Statuten-Ergänzung bezüglich «Förderung der sparsamen und rationellen Energieverwendung» einen Fonds gegründet, aus dem zum Zweck der aktiven Förderung Beiträge an Studien und Strom-Mehrkosten ausgerichtet werden können. Seit 1979 sind insgesamt 1,5 Mio Franken in den Fonds eingelegt worden, wovon rund die Hälfte für Betriebskostenbeiträge bestehender Anlagen reserviert ist. Auf diese Weise ist es der EBM möglich, der Finanzrechnung für das Energiegeschäft mit Elektrizität nur denjenigen Betrag zu belasten, der für die Beschaffung von Strom gleicher Qualität auch anderweitig aufgebracht werden müsste. Die darüber hinausgehenden Kosten deckt die Entnahme aus dem vorerwähnten Förderungsfonds.

In Einzelschritten hat die EBM bis heute eine Reihe von Massnahmen getestet, die zu Energieeinsparungen führen sollen. Die Erfahrung lehrt, dass der Einsatz von Elektrizität nicht nur für Einsparungen sinnvoll ist, sondern dass auch andere Alternativenergien nur über Strom nutzbar sind. Die EBM ist gewillt, ihr Elektrizitäts-Versorgungsnetz aktiv in den Dienst der sinnvollen Energienutzung zu stellen.