

Energiesparen mit erhöhtem Stromeinsatz

Autor(en): **Spalinger, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **75 (1984)**

Heft 22

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-904513>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Energiesparen mit erhöhtem Stromeinsatz

R. Spalinger

Über das Energiesparen ist seit dem Erdölpreisschock und besonders wieder im Vorfeld der Abstimmung über die Atom- und Energieinitiativen viel geredet und geschrieben worden. Während man sich in allen Kreisen einig ist, dass Energie gespart werden muss und kann, gehen die Ansichten über das Ausmass dieser Möglichkeiten auseinander. Umweltschutzkreise sehen Sparpotentiale von 50% und mehr; der Bundesrat sieht in seinem Szenarium, das aus Elementen der GEK zusammengesetzt ist, eine Einsparung von 18% bis zum Jahr 2000. Welche Einsparungen schliesslich erreicht werden, hängt von jedem Einzelnen ab, aber auch die Elektrizitätswirtschaft kann durch die Förderung neuer Technologien in der Elektrizitätsanwendung viel zum Energiesparen beitragen.

Depuis le premier choc pétrolier, et en particulier de nouveau à l'occasion des votations sur les initiatives antiatomique et sur l'énergie, on a beaucoup dit et beaucoup écrit sur le problème des économies d'énergie. Alors que tous les milieux sont d'accord sur le fait que l'on doit et que l'on peut économiser l'énergie, les opinions divergent en ce qui concerne l'étendue de ces possibilités. Les écologistes voient un potentiel d'économies de 50% et plus; le Conseil fédéral, dans un scénario établi d'après des données de la Commission fédérale de la conception globale de l'énergie, voit 18% d'économies jusqu'en l'an 2000. Ce qui peut être atteint en matière d'économies d'énergie dépend finalement de chacun, mais l'économie électrique peut aussi y contribuer beaucoup en encourageant des technologies nouvelles dans les applications de l'électricité.

Adresse des Autors

Ruedi Spalinger, El.-Ing. HTL, INFEL (Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung), Bahnhofplatz 9, Postfach, 8023 Zürich

1. Einleitung

Energiesparmassnahmen können grob in drei Stufen eingeteilt werden:

- Ein erster und grosser Spareffekt kann ohne finanzielle, dafür aber mit gedanklichen Investitionen erreicht werden: «Denk mit, spar mit», der Slogan und die Spartips sind bekannt.
- Eine zweite Stufe erfordert kleinere Investitionen, welche sich in der Regel bald auszahlen (Überwachung und regelmässige Kontrolle der Heizanlage, Einbau von Thermostatventilen, Abdichtung von Türen und Fenstern usw.).
- In der dritten Stufe sind grössere Investitionen notwendig, d.h. es wird Energie teilweise durch Kapital ersetzt. Dazu gehört z.B. die Isolation der Gebäudehülle, der Kauf von energiesparenden Elektrogeräten und Fahrzeugen oder die Sanierung bzw. der Ersatz von ganzen Anlagen. Und gerade beim letzteren kann die Elektrizitätsanwendung eine wichtige Rolle spielen.

Der elektrische Strom ist für den Einsatz von neuen Technologien geradezu prädestiniert, weil er sauber, hochwertig und universell anwendbar ist. Die Stromanwendung mit neuen Technologien birgt ein grosses Sparpotential in sich. Allerdings müssen auch die Umweltschutzkreise zur Kenntnis nehmen, dass oft Energie gespart werden kann, der Stromverbrauch jedoch steigt. Diese Tatsache soll an drei Beispielen aus der Praxis aufgezeigt werden.

2. Beispiel eines Industriebetriebes: die Butterzentrale Burgdorf

2.1 Die Aufgabe einer Butterzentrale

Eine Butterzentrale ist der Knotenpunkt von der Butterproduktion und dem Butterhandel. Die Butterzentrale Burgdorf sammelt die Butter von Milchverwertungsstellen, Käsereien, Einzelproduzenten und Verbandsmol-

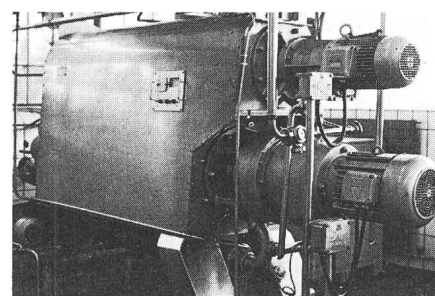


Fig. 1 Beispiel einer bei der Butterverarbeitung eingesetzten Anlage (Abkühlung der pasteurisierten Butter)

kereien im ganzen Bernbiet ein. In der Zentrale werden die Produkte auf Qualität und Menge geprüft, veredelt, modelliert, verpackt und gelagert. Von hier aus gelangt die Butter über die verschiedenen Verteilkanäle zum Konsumenten (Fig. 1).

2.2 Altes und neues Energiekonzept

Die energieintensivsten Vorgänge bei der Butterverarbeitung sind das Schmelzen der Butter, das Pasteurisieren (Erhitzen auf 90 °C), das Abkühlen durch Temperaturschock und die Lagerung. Daneben muss selbstverständlich das Gebäude beheizt und das Warmwasser erwärmt werden.

In der Butterzentrale Burgdorf wurde früher die Heizung und die Warmwasserbereitung über einen Ölkessel betrieben, mit einer max. Heizungsvorlauftemperatur von 75–80 °C. Die Prozesswärme lieferte ebenfalls ein ölbefeuertes Dampfsystem. Die Kältemaschinen für die Prozess- und Lagerkühlung gaben die Kondensationswärme z.T. an gepumptes Grundwasser, z.T. an das Netzwasser ab. Dieses Kühlwasser gelangte in den Abfluss.

Anfang der achtziger Jahre wurde ein Wärmerückgewinnungs-Konzept ausgearbeitet, mit dem Ziel, vor allem die anfallende Wärme aus den Kältemaschinen zu verwerten [1]. Dieses sieht im wesentlichen wie folgt aus:

Die Kondensationswärme aus den Kältemaschinen wird durch einen Kühlwasserkreislauf in einen Vorgespeicher abgegeben. Eine Wärmepumpenanlage übernimmt das Wasser aus die-

	Heizöl t/Jahr	Strom kWh/Jahr	Energie- verbrauch total kWh/Jahr
Vor Einbau WRG	216	915 000	3 477 000
Nach Einbau WRG	83,5	1 250 000	2 240 000
Differenz	-132,5	+335 000	-1 237 000

sem Speicher auf einem Niveau von etwa 25 °C, die Rückführung erfolgt mit etwa 10 °C. Dank der differenzierten Ausnutzung der anfallenden Wärme aus dem Wärmepumpenkreislauf kann die Nutzung auf vier Temperaturstufen erfolgen. Für jede dieser vier Stufen ist wiederum ein separater Speicher installiert.

Der Speicher «Butterschmelze» wird mit der Überhitzungswärme des Kältemitteldampfes auf etwa 70 °C aufgeheizt. Auf der zweiten Temperaturstufe von etwa 60 °C wird das Brauchwarmwasser über einen ersten Kondensator erwärmt. Der Hauptkondensator versorgt den Heisspeicher mit einem Temperaturniveau von etwa 55 °C, und schliesslich wird durch die Unterkühlung des kondensierten Kältemittels das Warmwasser vorgewärmt.

Ein allfälliger Spitzenbedarf von Wärme wird mittels Dampfregistern abgedeckt, welche in jedem Speicher zusätzlich eingebaut sind. Zur Verwirklichung eines guten Wärmepumpen-Wirkungsgrades wurden beim Zentralheizungssystem die Radiatorflächen vergrössert, die max. Vorlauftemperatur beträgt jetzt 50 °C.

2.3 Energieeinsparung

Die Wärmerückgewinnungsanlage wurde 1982 in Betrieb genommen. Sie deckt heute den gesamten Warmwasser- und den Wärmebedarf für das Schmelzen von 15–20 Tonnen Butter pro Tag. Daneben gibt sie beachtliche Überschuss-Wärmemengen an die Heizung ab.

Der frühere und der heutige Energieverbrauch sowie die erzielte Einsparung gehen aus Tabelle I hervor. Die Zahlen beziehen sich auf eine Verarbeitung von 7700 Tonnen Butter pro Jahr. Einer Einsparung von über 130 Tonnen Heizöl (61%) steht ein Mehrverbrauch an Strom von 335 000 kWh (37%) gegenüber. Der Einbau der Wärmerückgewinnungsanlage hat sich aber auch finanziell gelohnt. Die Anlage wird in 7–8 Jahren amortisiert sein.

3. Beispiel eines öffentlichen Gebäudes: Sport- und Schwimmanlage in Binningen

3.1 Ausgangslage

Die Sport- und Schwimmanlage in der Gemeinde Binningen umfasst eine Dreifach-Sporthalle, eine Schwimmhalle mit einem 25-m- und einem Lehrschwimmbecken sowie einen privat betriebenen Sauna- und Massagebetrieb.

Zur Zeit des Baus der Anlage wurde dem Energieverbrauch noch wenig Beachtung geschenkt. Seit der Eröffnung im Dezember 1972 wurden jährlich im Durchschnitt etwa 180 Tonnen Heizöl verbraucht. Die dadurch verursachten hohen Kosten veranlassten den Gemeinderat, energiesparende Massnahmen einzuleiten. Als erster Schritt wurde ein Ingenieurbüro damit beauftragt, die in der ganzen Anlage auftretenden Wärmeverluste zu analysieren. Auf Grund dieser Analyse wurde sodann ein Projekt erstellt [2]. Im Juni 1979 stimmte der Einwohnerrat einem Kredit von rund Fr. 380 000.– zu und beauftragte den Gemeinderat, die projektierten Massnahmen auszuführen.

3.2 Die getroffenen Massnahmen

3.2.1 Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser des Schwimmbades

Aus hygienischen Gründen muss dem Bad Frischwasser beigemischt werden. Dadurch fallen täglich etwa 50–60 m³ Abwasser von 28 °C an. Früher flossen diese direkt in die Kanalisation. Mit der heutigen Wärmerückgewinnungsanlage wird das Abwasser mit einer Wärmepumpe auf 7 °C abgekühlt und die damit gewonnene Wärme zur Erwärmung des Frischwassers verwendet.

3.2.2 Wärmerückgewinnung aus der Lufttrocknung

In einer Schwimmhalle wird ein grosser Teil der Energie bei der Verdunstung des Badewassers gebunden. Wird die feuchte Luft einfach abgezo-

gen, geht diese Energie verloren. Dies war auch hier vor dem Einbau der Wärmerückgewinnungsanlage der Fall.

Heute wird die Hallenluft im Umluftbetrieb über die Wärmerückgewinnungsanlage geführt und soweit abgekühlt, dass ein grosser Teil der Feuchtigkeit ausgeschieden wird. Durch diese Kondensation des in der Luft enthaltenen Wassers wird die Hallenluft entfeuchtet und die Verdunstungswärme des Badewassers wieder zurückgewonnen. Die entfeuchtete und abgekühlte Luft wird über die Wärmerückgewinnungsanlage unter Beimischung von Frischluft wieder aufgewärmt. Bei Bedarf wird sie mit einem Lufterhitzer nachgewärmt (Fig. 2).

3.2.3 Duschenwassererwärmung mit Niedertemperatur-Sonnenkollektoren

Früher trat in der Sporthalle im Sommerhalbjahr eine übermässige Erwärmung durch die Sonneneinstrahlung der waagrecht Oberlichter ein. Dieser Zustand konnte mit der Installation von Sonnenschutz-Sheds wesentlich verbessert werden. Diese Shed-Konstruktion wurde gleichzeitig als Unterbau für Sonnenkollektoren verwendet.

Die Sonnenenergie wird über Niedertemperatur-Kollektoren mit einer Fläche von 252 m² gesammelt. Eine Wärmepumpe sorgt für die notwendige Temperaturerhöhung zur Erwärmung des Duschenwassers.

3.2.4 Weitere Massnahmen

Die nach heutigen Begriffen ungenügende Dachisolation wurde mit einer 10 cm starken Zusatzisolation wesentlich verbessert. Der Warmwasserverbrauch konnte durch den Einbau von automatisch abstellenden Duscharmaturen stark reduziert werden.

3.3 Energieeinsparung

Tabelle II zeigt den durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauch vor

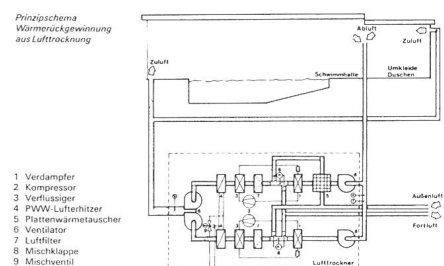


Fig. 2 Prinzipschema Wärmerückgewinnung aus Lufttrocknung

Tabelle II

	Heizöl t/Jahr	Strom kWh/Jahr	Energie- verbrauch total kWh/Jahr
Vor der Sanierung	180	488 000	2 622 800
Nach der Sanierung	90	714 000	1 781 400
Differenz	-90	+226 000	-841 400

und nach den Sanierungsmassnahmen. Es konnten pro Jahr etwa 90 Tonnen Heizöl (50%) eingespart werden, dafür stieg der Stromverbrauch um 226 000 kWh (46%). Leider wird bis jetzt nicht separat gemessen, wieviel Einsparung die Sonnenkollektoren allein bewirken. Nach der Sanierung konnten die Energiekosten um jährlich etwa Fr. 40 000.- gesenkt werden.

4. Beispiel eines Gewerbebetriebes: Sauna und Bäderbetrieb in Speicher AR

4.1 Anlagebeschreibung

Das freistehende Haus mit einem Bauvolumen von 2250 m³ enthält einen Sauna- und Bäderbetrieb sowie eine Wohnung. Im Vergleich zu einem üblichen Wohnhaus handelt es sich hier um ein Objekt mit einem grossen Warmwasserverbrauch von etwa 600 m³ pro Jahr (50 °C).

Das Gebäude ist mit einem Energiedach (Fig. 3) und einer Elektro-Wärmepumpe ausgerüstet. Beim Energiedach handelt es sich um eine einfache Konstruktion aus Kupferblechen und -rohren (System Schneider) mit einer Gesamtfläche von 250 m². Energielieferanten sind die Sonneneinstrahlung, die Luftfeuchtigkeit, der Regen und der Wind. Die Wärme wird von einem die Rohre durchfliessenden Wärmeträger (Sole) aufgenommen und der im Haus stehenden Wärmepumpe zugeführt. Hier wird der Sole die aufgenommene Wärme entzogen,



Fig. 3 Energiedach

sie wird danach zur erneuten Wärmeaufnahme wieder dem Energiedach zugeleitet.

Die Wärmepumpe ist mit zwei parallel laufenden Kompressoren mit einer Leistungsaufnahme von je 8 kW ausgerüstet. Die Heizleistung beträgt je nach Wärmequellentemperatur 20...55 kW.

Die bestehende Heizanlage ist auf Wassertemperaturen von 90/70 °C ausgelegt, die Wärmepumpen-Heizanlage mit einer max. Vorlauftemperatur von 50 °C wurde an die bestehende Heizanlage angeschlossen. Solange es die Aussentemperatur erlaubt, wird mit der Wärmepumpe gefahren. Die Umschaltung auf den Heizkesselbetrieb erfolgt über verschiedene Kriterien (Aussentemperatur, Dachhohlraumtemperatur, erbrachte Heizleistung). Die Wärmepumpe wird bivalent alternativ betrieben (Fig. 4).

4.2 Energieeinsparung

Die Anlage wurde im Auftrag des Amtes für Wasser- und Energiewirtschaft des Kantons St. Gallen von einem Ingenieurbüro [3] während der Zeit vom 18. Februar bis 10. Juni 1983 ausgemessen. Die Baudirektion des Kantons Appenzell-Ausserrhoden hat sich finanziell am Messprogramm beteiligt. Dank diesen Messungen liegen heute genaue Zahlen über die Energiebilanz vor [4]. Die Wärmepumpe inkl. allen Nebenbetrieben erreicht eine Leistungszahl von 2,3.

Neben den Messungen wurde auch der Verbrauch einer Vergleichsanlage mit einem modernen Ölheizkessel

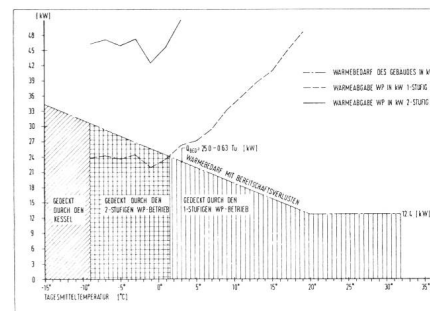


Fig. 4 Betriebskonzept der Wärmeerzeugung

hochgerechnet. Die Ergebnisse dieses Vergleichs sind in Tabelle III aufgeführt. Der Verbrauch bezieht sich auf die erwähnte Periode von 4 Monaten.

Bei dieser Anlage sind die Betriebskosten trotz einer namhaften Energieeinsparung noch grösser als bei einer vergleichbaren modernen Ölheizung. Dies könnte sich jedoch bei steigenden Energiepreisen ändern.

5. Schlussbemerkungen

Diese Beispiele zeigen, dass der elektrische Strom hervorragend geeignet ist, um energiesparende Anlagen zu betreiben und damit Erdöl zu ersetzen. Die Möglichkeiten sind vielfältig, denken wir z.B. nur an die vielen Bäckereien und Metzgereien mit Kühlanlagen und einem grossen Warmwasserbedarf. Glücklicherweise stehen den Elektrizitätswerken dank den positiv veraufenen Abstimmungen solche Anwendungsmöglichkeiten weiterhin offen. Mehr noch, es wird von der Öffentlichkeit erwartet, dass die Werke sich nun vermehrt für die energiesparende Anwendung der Elektrizität einsetzen.

Literatur

- [1] Fa. Kälte-Wärme-Technik AG, Bern-Ostermündigen.
- [2] Pressebulletin Gemeinde Binningen.
- [3] ENFOG, AG für Energieforschung, Gossau-St.Gallen.
- [4] «Wärmenutzung mit Energiedach», Amt für Wasser- und Energiewirtschaft des Kantons St.Gallen.

Energieverbrauch während vier Monaten in Sauna- und Bäderbetrieb in Speicher AR Vergleich Wärmepumpe/Energiedach mit moderner Ölheizung

Tabelle III

	Heizöl kg	Strom kWh	Energie- verbrauch total kWh
Vergleichsanlage mit Ölheizkessel	5 400	250	64 300
Messobjekt mit Wärmepumpe und Energiedach	300	25 500	29 000
Differenz	-5 100	+25 250	-35 300