



Rationelle Stromnutzung in der Papierindustrie¹

H. F. Meyer², P. Radgen³

In der Papierindustrie ist der Kostenfaktor Energie, insbesondere für elektrische Energie, erheblich und kann, je nach Art der Produktion, bis zu 25 % der Gesamtkosten erreichen. Die Zusammenhänge von Verbrauch und Bereitstellung der Energie sind sehr komplex und bieten dadurch häufig große Chancen, den Betrieb wirtschaftlich und energetisch zu optimieren.

Durch den gezielten Einsatz der Energie, mit selektierter Verbrauchsbetrachtung und entsprechender Fremdstrom-Liefervertragsgestaltung, können beachtliche Kosteneinsparungen erzielt werden, insbesondere durch die meist hohe Benutzungsdauer von ca. 7000 h/a. Über die Energieeinsparung hinaus kann durch ein entsprechendes Energiemanagement die Produktion optimiert werden mit weiteren, meist noch gravierenderen Kostensenkungen.

Durch Untersuchung der Produktionsabläufe auf mögliche Verbesserungen der Verfahrenstechnik und der zeitlichen Koordination der einzelnen Prozessschritte können beispielsweise in einer Papierfabrik (350 Beschäftigten, Energiekosten von ca. 8 Mio. DM pro Jahr, 50 % Eigenstromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung im Entnahme-Kondensations-Betrieb) **Kosteneinsparungen von 1,25 Mio. DM/Jahr** realisiert werden. Eine Maßnahme zur Realisierung ist z. B. die Überwachung des Verbrauches mit automatischem Lastabwurf zur Reduzierung von Leistungsspitzen, ohne das dadurch die Produktion in der Erzeugungsmenge beeinträchtigt wird. Auch durch die Optimierung der Eigenstromerzeugung in Verbindung mit der optimalen Abstimmung zwischen Fremdstrombezugsvertrag und den betrieblichen Möglichkeiten zur zeitlichen Beeinflussung des Strom- und Leistungsbedarfs lassen sich Kosteneinsparungen realisieren

¹ Die Erstellung dieses Fachartikels wurde vom Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom" finanziell gefördert.

² Meyer Engineering, Freudental

³ Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe

1 Wie energieeffizient ist der eigene Betrieb?

Die Beachtung branchenbedingter, spezifischer Energieverbrauchszahlen und der Vergleich mit den eigenen Zahlen ist eine wichtige Standortbestimmung, wobei spezielle Eigenarten der eigenen Produktion einzukalkulieren sind. Diese Zahlen kann man über die Papier-Verbände oder die Papiertechnische Stiftung in München erhalten. Die Energiekosten aus den Gesamtgemeinkosten zu lösen, bringt erhebliche Vorteile, da dies eine Zuordnung der Energieverbrauchskosten zu den einzelnen Produktionsschritten ermöglicht. Nicht zu vernachlässigen sind hierbei die Erfassungskosten und der zusätzliche Aufwand. Dem stehen jedoch folgende Vorteile gegenüber:

- Die Kostenrechnung wird genauer und damit die Kontrolle wirksamer.
- Unterschiedliche Inanspruchnahme der einzelnen Energieverbrauchsstellen wirkt sich nur an der jeweiligen Kostenstelle aus.
- Änderungen in der Produktion zeigen ihre Wirksamkeit direkt in der Kostenstelle.
- Dem Kostenträger werden nur die effektiven Energiekosten zugeordnet.
- Die Kostenwirksamkeit von Rationalisierungsmaßnahmen lassen sich sicher im Detail feststellen.
- Die Sichtbarmachung der Erfolge im Zusammenhang mit der Energieeinsparung auf einem separaten Konto, das wiederum zu weiteren Einsparmaßnahmen beiträgt, ist der beste Anreiz für das Energiesparen.

2 Möglichkeiten der rationellen Energienutzung im Papierherstellungsprozess

Ansatzpunkte für eine Stromeinsparung in der Papierherstellung bieten sich bei

- der Schliffherstellung
- der Stoffmahlung
- einem verstärkten Einsatz von Altpapier.

Schliffherstellung

In Papierfabriken mit Erzeugung holzschliffhaltiger oder mittelfeiner Schreibpapiere ist die Herstellung von Holzschliff und z. T. Thermoschliff erforderlich. Bei der Schliffherstellung mit einem hohen spezifischen Stromverbrauch lässt sich durch die Regelung der spezifischen Arbeit, bei einer Begrenzung der spezifischen Leistung eine Energieeinsparung bei der Schliffherstellung erzielen, die bei verbesserter, gleichmäßigerer Qualität für zusätzliche Energieeinsparungen bei der weiteren Papiererzeugung sorgt.

Fallbeispiel

Zur Herstellung von Holzschliff werden häufig Stetigschleifer eingesetzt. Der Verbrauch liegt dabei zwischen 1200 und 1500 kWh/t_{Schliff}. Bei Einsatz einer Regelung für konstante Arbeit, z. B. 1200 kWh/t_{Schliff}, durch Steuerung der Anpreßdrücke am Schleifer werden zwei Ziele erreicht:

- a) Vergleichmäßigung des Holzschliffs und
- b) Verringerung des Energiebedarfs.

Die Schleiferregelung basiert dabei auf einer Vorschub und einer Leistungsregelung.

Bei einer Begrenzung der Arbeitsaufnahme auf 1200 kWh/t_{Schliff}, d.h. einer Verringerung des Verbrauches um 200 kWh/t_{Schliff} ergibt sich, bei einem Durchsatz von 1 t_{Schliff}/h, einem Strompreis von 0,20 DM/kWh und einer Betriebsdauer von 7000 h/a eine jährliche spezifische Einsparung von 280 TDM ($1 \text{ t}_{\text{Schliff}}/\text{h} \cdot 200 \text{ kWh/t} \cdot 0,20 \text{ DM/kWh} \cdot 7000 \text{ h/a} = 280 \text{ TDM}$). Bei einer jährlichen Produktionsmenge von 7000 t_{Schliff} und einem Aufwand für die Umrüstung eines Schleifers in Höhe von ca. 50 TDM ergibt sich somit eine Amortisationszeit von weniger als drei Monaten.

Stoffmahlung

Die Stoffmahlung ist einer der Verfahrensschritte bei der Papier- bzw. Kartonherstellung, der einen hohen elektrischen Energieaufwand erfordert. Der Anteil kann 10 bis 60 % des Gesamtbedarfs betragen, abhängig von der Papiersorte. Der niedere Prozentsatz gilt für Tissue, Karton und Papiere auf Altpapierbasis, bei der Erzeugung von Kraftliner und Sackpapieren liegt er bei ca. 25 bis 30% und das Maximum bei hochgemahlene Spezialpapieren, wie Kabelpapier, Kondensatorpapier, Zigarettenpapier etc.

Die Feinheit der zu mahlenden Stoffe kann durch geeignete Einrichtungen automatisch geführt und überwacht werden, so dass nur der Energieaufwand betrieben wird, der für die Qualität des Produktes erforderlich ist. Gleichzeitig tritt bei höherer Mahlung an der Papiermaschine der Effekt der schlechteren Entwässerung auf, was wiederum eine höhere Trockenleistung erfordert und somit einen zusätzlichen Energieverbrauch verursacht.

Verstärkter Einsatz von Altpapier

Je nach Qualitätsanforderungen an das zu produzierende Papier ist die maximale Einsatzquote von Altpapier beschränkt, da durch die Altpapieraufbereitung die Faserqualität abnimmt. Der Einsatz von Altpapier zur Herstellung von Papier erfordert zwar erheblichen Aufwand für Reinigung und Entsorgung, jedoch liegt der Energieverbrauch (Strom und Wärme) zur Aufbereitung nur bei einem Viertel der Schlifferzeugung, wobei die Rohstoffkosten je nach Marktlage gegen ein Minimum gehen können. Der Stromverbrauch kann durch den verstärkten Einsatz von Altpapier verringert werden, da die Herstellung von Holzschliff ($1200 - 1500 \text{ kWh/t}_{\text{Holzschliff}}$) bzw. von Zellstoff ($800 - 1100 \text{ kWh/t}_{\text{Zellstoff}}$) durchschnittlich deutlich mehr Strom als die Aufbereitung von Altpapier ($350 -$

450 kWh/t_{Altpapier}) benötigt. Solange die Papierqualität einen stärkeren Altpapiereinsatz zulässt kann dadurch der Energieverbrauch reduziert werden.

3 Weitere Möglichkeiten der Energiebedarfsreduzierung

Beleuchtung

Die natürliche Beleuchtung ist mit Sicherheit die preiswerteste Beleuchtung (Tönsing, 1996). Das Tageslicht lässt sich vorwiegend nur in Lagerhallen nutzen, da in den Produktionshallen, bedingt durch die Bauweise der Hallen und durch die Arbeitsstätten-Richtlinie, in der Regel künstliches Licht erforderlich ist. Mit entsprechenden Energiesparsystemen zur Spannungssenkung können bis zu 35% der lichtabhängigen Kosten eingespart werden. Nach der Startzündung benötigt die Leuchtstofflampe nur noch eine wesentlich geringere Spannung bei fast gleicher Lichtausbeute. Gleichzeitig verlängert sich die Lebensdauer der Lampen.

Fallbeispiel

Die Gesamtleistung der Lichtbänder in der Produktionshalle beträgt 55,6 kW. Durch den Einsatz einer Spannungsregulierung wurde die Leistungsaufnahme um 25%, d.h. um 13,9 kW reduziert. Bei einer Betriebszeit von Montag 6 Uhr bis Samstag 12 Uhr ergibt sich eine Brenndauer von 126 Std./Woche und bei 49 Arbeitswochen pro Jahr eine jährliche Brenndauer von 6174 Std./Jahr. Bei einem Preis von 0,20 DM/kWh ergibt sich damit eine Einsparung von 85 818 kWh/a oder 17 164 DM/a. Bei einer Investition von 17 000 DM für die Spannungsregelung ergibt sich eine Amortisationszeit von etwa einem Jahr. In Fällen, in denen eine Spannungsabsenkung problematisch ist, können durch Einsatz verlustarmer, elektronischer Vorschaltgeräte, neuer Dreiband-Leuchtstofflampen oder ggf. durch die Reduzierung der Leuchtanzahl Einsparungen erzielt werden.

Antriebe

Die richtige Dimensionierung der elektrischen Antriebe bringt mehrfache Einsparungen (Landwehr, 1996), sowohl beim Stromverbrauch bezogen auf das Produkt, als auch beim Blindstrombedarf. Oft sind die Antriebe so überdimensioniert, dass durch Umschalten von Dreieck auf Sternschaltung nur 1/3 der Leistung optimal genutzt werden kann. Durch Einsatz von variablen Umrichterantrieben können Energieverluste an Pumpen und Regelventilen bei einem höheren Investitionsaufwand vermieden werden, der sich meist in 1 bis 2 Jahren amortisiert. Bei einem notwendigen Austausch von Elektromotoren sollte deshalb stets die Dimensionierung überprüft und ggf. korrigiert werden.

Ein oft nicht beachteter Punkt des hohen Energieverbrauches in Papierfabriken sind schlecht entwässerte Trockenzyylinder, die zu einem erheblich erhöhtem Stromverbrauch der Antriebe für die Trockenzyylinder führen.

Druckluftherzeugung

Die Druckluftanlagen eines Betriebes sind große Energieverbraucher (Kreisel, 1996). Hier ist sowohl auf die Wahl effizienter Kompressoren, als auch auf die Vermeidung von Leckagen zu achten. Luftverluste sind Energieverluste. Zudem sollte die Druckstufe stets so niedrig wie möglich gewählt werden, um unnötigen Kompressionsaufwand zu vermeiden. Eine preiswerte Erzeugung und Bereitstellung von Druckluft ist häufig durch den Einsatz von Druckluftspeichern möglich, die unter Nutzung von Strom in der NT-Zeit geladen werden.

Wärmerückgewinnung aus Abluft und Abwasser

Häufig sieht man über Papierfabriken erhebliche Abluftwolken mit Kondensationsbildung. Dies ist z. T. ein Zeichen, dass die Lüftung der Produktionshallen nicht mit einer ausreichenden Wärmerückgewinnung ausgestattet ist, und ein großer Teil der in der feuchten Abluft enthaltenen Energie, insbesondere die Kondensationswärme der Feuchtigkeit, ungenutzt bleibt.

Nicht unterschätzt werden sollte zudem die Wärmeabfuhr über das Abwasser. Aus diesem Grund sollten auch die Abwasserströme erfaßt und bei ausreichender Temperatur möglichst als Wärmequellen genutzt werden. Bei einem Abwasseranfall von durchschnittlich 120 cbm/h und 7 200 Betriebsstunden im Jahr gehen mit dem Abwasser bei einer Abwassertemperatur von 35 °C ca. 640 GWh Wärme pro Jahr verloren.

Gegebenenfalls kann die Abwärme durch den Einsatz von Wärmepumpen aufgewertet werden (Fischer, 1996). In der Regel steht in den Papierfabriken jedoch genügend Abwärme zur Verfügung, so dass eine Wärmepumpe im Bereich von Papierfabriken selten wirtschaftlich ist.

Reduzierung der Kreisläufe von Wasser und Abwasser

Der Wasserverbrauch pro Tonne Papier sollte stets kontrolliert und soweit wie möglich reduziert werden. Dies führt neben Wassereinsparungen zu kleineren Pumpen und damit zur Verringerung des Stromverbrauchs. Gleichzeitig wird die Stoff-Verlust-Fracht in den Vorfluter verringert, so dass die Papierausbeute steigt. Standardverbrauchszahlen liegen zwischen 40 und 150 l Wasser pro Tonne Papier, in Abhängigkeit von der produzierten Papiersorte. Häufig liegt der Wasserverbrauch in den Papierfabriken jedoch oberhalb der Standardverbrauchszahlen, so dass eine Reduzierung des Wasserverbrauchs realistisch und möglich ist.

Optimierung der Maschinenlaufzeiten

Die Laufzeiten von Auflöseanlagen, wie Pulper, Umwälzpropeller, Belüfter der Kläranlage, Kompressoren, Mahlanlagen, Pumpen etc. sollten automatisch auf ein Minimum begrenzt werden, um zu vermeiden, dass diese Aggregate aus Bequemlichkeit oder Nachläs-

sigkeit unnötig lange laufen. Weiterhin können diese Stromverbraucher, wenn die Produktion dies zulässt, gezielt zum Ende der Fremdstrom-Messperiode abgeschaltet werden, um den Stromvertrag besser auszunutzen.

Saubere Systeme durch Wartung und Instandhaltung

Mit zunehmender Betriebsdauer steigen die Energieverluste durch Ablagerungen, Verschmutzung, Kalkansatz etc. deutlich an. Durch die Installation von Filtern, Entkalkern usw. sowie durch die vorbeugende Instandhaltung und eine regelmäßige Wartung können sowohl direkt als auch indirekt, durch weniger Ausfälle und Stillstände, wesentliche Energieeinsparungen erreicht werden.

Vermeidung und Verringerung des Verbrauchs bei Stillständen und Betriebsstörungen

Auch bei Betriebsstörungen und Stillständen sinkt der Energiebedarf nie auf Null ab. Dem Energieverbrauch steht in diesem Fall kein Kostenträger gegenüber. Daher sollte beachtet werden:

- a. Störungen vermeiden oder mindestens reduzieren
- b. Im Falle einer Betriebsstörung entsprechende Hilfsaggregate abschalten.
- c. Reparaturstillstände gezielt planen.

4 Eigenstromerzeugung oder Fremdstrombezug?

Eine effektive Maßnahme, Stromkosten zu sparen, besteht in der Optimierung des Strombezugs.

Fremdstrombezug

Die Allgemeinen- und Sondertarife für Strombezug sind bei den meisten EVU's ähnlich (vgl. VDEW, 1996), wobei die Papierindustrie mit der hohen Benutzungsdauer von in der Regel mehr als 7000 Bezugsstunden immer eine gute Verhandlungsbasis hat. Speziell die variablen Leistungs- und Zonenpreisregelungen bringen günstige Preise. Ein oft heftig verhandelter Punkt sind die Anschlusskosten des Abnehmers. Die standortbedingten Energiebezugsvorteile müssen untersucht und entsprechend genutzt werden.

Durch entsprechende Verhandlungen mit dem EVU lässt sich in der Regel eine Optimierung der Stromliefer-Vertragskennndaten erreichen, indem eine Abstimmung der Angebots-situation und der Abnahme erfolgt. Der Aufbau von Energielieferungsverträgen ist stufenweise pragmatisch durchzuführen, um in kleinen Schritten einen für beide Seiten optimalen Vertrag zu erreichen. In vielen Fällen können mit dem EVU Sondervereinbarungen wegen flexibler Leistungsgrenzen getroffen werden, wobei die Produktionsinteressen und -kosten gewisse Grenzen setzen.

Der Fremdstromeinkauf kann optimiert werden, indem der Eigenbedarf zeitlich an die Liefermöglichkeit des Stromlieferanten angepasst wird und durch optimale Vertragsgestaltung und Vertragsnutzung die Kosten minimiert werden. Der vereinbarte Vertrag kann durch Maximumwächter bzw. Führung des Leistungsbezugs entlang der vereinbarten Grenze besser ausgenutzt werden. Dies führt bei mehr Bezug an Arbeit und gleicher Leistung zu einem geringeren Durchschnittspreis pro kWh.

Die Umformverluste können mit entsprechenden Kompensationsanlagen und verlustarmen Trafos reduziert werden. Bei Neuplanung von Anlagen sollte zur Verringerung der Verluste eine höhere Netzspannung (z. B. 660V Netz anstatt 380V) gewählt werden.

Die Blindstromkompensation zur Reduzierung der Anschlussleistung ist häufig eine Vorschrift des EVU. Zu beachten ist bei kVA – Verträgen, dass jedes BkVar als Wirkleistung bezahlt wird.

Aus Sicherheitsgründen sind in vielen Papierfabriken Notstromaggregate (z. T. in beachtlichen Größe) installiert. Es sollte geprüft werden, ob diese Aggregate nur zur Notstromversorgung oder auch zur Deckung des Strombedarfs herangezogen werden sollten, auch wenn die Rechnung über den Investitionsaufwand nicht aufgeht.

Eigenstromerzeugung

In der Papierindustrie mit einer über das Jahr gesehen ziemlich gleichmäßigen Dampfabnahme und einer hohen Benutzungsstundenzahl (>7000 h) bietet sich an, durch die Kraft-Wärme-Kopplung mit Gegendruck oder Entnahme-Kondensations-Turbinen eine Eigenstromerzeugung aufzubauen. Die Amortisationszeiten liegen zwischen 4 und 8 Jahren, wobei der Sicherheitsaspekt der Stromversorgung bei Netzausfall durch Netzreparaturen und Gewittereinwirkungen nicht zu vernachlässigen ist. Die Störungen der Eigenerzeugung liegen in der Regel bei gut betreuten Anlagen bei einem Wert kleiner 1 %. Wird ein Hilfskondensator zur besseren Anpassung an außergewöhnliche Umstände, wie Reparaturstillstand, Auftragsänderung usw. mit eingeplant, liegt bei Gegendruckanlagen die Amortisation ca. 3 – 4 Jahre über der Lösung des Fremdstrombezugs und der Sattedampferzeugung, bei Entnahme-Kondensationsanlagen 7 – 8 Jahre.

5 Weitere Aspekte der rationellen Energienutzung

Wichtigster Schritt ist zunächst die Sensibilisierung der Geschäftsleitung und der Mitarbeiter für Energiefragen, insbesondere den sparsamen Umgang mit elektrischer Energie. Die Überwachung des Energieverbrauchs sollte Chefsache sein und dieser trägt die Verantwortung für die Schulung der Mitarbeiter zur Sensibilisierung für die Energiekosten als eine wichtige Voraussetzung für das Erkennen von Energiesparpotentialen (Jochem, 1996). Die Motivation der Mitarbeiter für energiebewusstes Handeln und die Stärkung der Eigenverantwortung mit Sichtbarmachung des Erfolges, der durch die Bemühungen erreicht

wurde, ist eine Langzeitaufgabe. Die Motivation kann über Beispiele und mittels Planspielen geweckt und gefördert werden. Dies fordert die Kreativität der Mitarbeiter heraus.

Mit dem Erstellen von Checklisten für die verschiedenen Bereiche wird die Suche nach Einsparmöglichkeiten systematisiert. Solche Checklisten müssen zugeschnitten auf den jeweiligen Betrieb erstellt werden. Besonderes Augenmerk sollte auf die folgenden, oft nicht beachteten Punkte gelegt werden, die jedoch nur eine kleine Auswahl einer Vielzahl wichtiger Punkte darstellt, die ein erfahrener Energieberater berücksichtigt.

- Nutzung von Höhenunterschieden als Transportgefälle, so dass nur einmal mit optimalem Wirkungsgrad gepumpt werden muss.
- Nicht unterschätzt werden sollte der Einfluss von Organisations- und Transportabläufen innerhalb des Unternehmens, die häufig einer rationellen Energienutzung entgegenstehen.
- Stets sollte bei der Beschaffung auf die Energieeffizienz von Aggregaten und Maschinen und eine bedarfsgerechte Dimensionierung von Verbrauchern geachtet werden.

Im Betrieb getestete Maßnahmen, die zu guten Ergebnissen geführt haben, sollten automatisiert werden. Dauerhafte Einsparungen sind häufig nur erreichbar, wenn durch das Automatisieren der Anlagen mit Visualisierung der Zusammenhänge die erarbeiteten Grundlagen und Zusammenhänge automatisch überwacht und gesteuert werden. Mit der Visualisierung und Automatisierung der Energieflüsse und -verbräuche werden die Chancen des Erkennens von weiteren Einsparpotentialen verbessert und eine ständige Überprüfung und laufende Verbesserung erreicht. Mit dem Einsatz von Energiemanagement-Systemen zur Verwaltung und vorausschauenden Planung der Energiekosten kann agiert und nicht nur reagiert werden. Durch Kontrolle der Plan-Soll- und der Praxis-Ist-Zustände wird der Energieverbrauch besser kontrollierbar.

6 Beratung und Fördermöglichkeiten

Hilfreich ist in der Regel auch die Beratung durch einen neutralen Dritten. Deutliche Hilfestellung leistet dabei die Sichtbarmachung des Verbrauchs und der spezifischen Verbrauchskennzahlen. Die Vermeidung von Betriebsblindheit wird durch Hinzuziehung von externen Beratern und durch permanente Infragestellung der Verfahrenssituation und der dazugehörigen Energieversorgung erreicht. Eine Beratung von Außen bringt häufig neue Erkenntnisse und Denkansätze im Bereich der Energieeinsparung, speziell dann, wenn auch Spezialisten aus anderen Branchen zu Rate gezogen werden. Entsprechende Adressen von Fachleuten finden sich in den einschlägigen Fachzeitschriften wie z. B. *Das Papier* oder dem *Wochenblatt für Papierfabrikation*. Häufig ist nicht bekannt, dass **Energiesparberatungen** auch mit öffentlichen Geldern gefördert werden [LGA 1994]:

An wen soll man sich aber wenden, wenn eine externe, herstellerneutrale Beratung als sinnvoll erscheint? Einige wesentliche Beratungsvermittlungsinstitutionen sind in der Ta-

belle 1 genannt; und dazu noch ein Hinweis, dass guter Rat nur halb so teuer als gedacht sein kann:

- **Energieeinsparberatungen** werden auch mit öffentlichen Geldern gefördert: Der Zuschuss beträgt 40 % der Beratungskosten; höchstens jedoch 3200,- DM je Beratung und maximal 6400,- DM pro Antragsteller innerhalb eines Zeitraums von fünf Jahren. Die Beratung muss dazu bis zum 31.12.2000 begonnen werden. Rechtlich selbständige Unternehmen aus den Bereichen der gewerblichen Wirtschaft (Umsatzgrenze 30 Mio. DM) und der wirtschaftsnahen Freien Berufe (Umsatzgrenze 2 Mio. DM) können förderungsfähige Beratungen nur von selbständigen Beratern oder Beratungsunternehmen durchführen lassen, die die für den Beratungsauftrag erforderlichen Fähigkeiten besitzen. Näheres erfährt der Leser bei den in der Tabelle genannten Institutionen oder über das Bundesamt für Wirtschaft (BAW; <http://www.bawi.de>), Eschborn. Auf der Internetseite des BAW findet sich auch die detaillierte Förderrichtlinie des Programms (<http://www.bawi.de/downloads/beratri.pdf>).

Tabelle 1: Energieberatungs- und -vermittlungsinstitutionen in Baden-Württemberg (Auswahl; Stand Oktober 1999)

Beratungsstelle	Ansprechpartner	
	Name	Telefon
Landesgewerbeamt Baden-Württemberg Informationszentrum Energie Willi-Bleicher-Str. 19 70174 Stuttgart	Herr Bouse	0711/123-2522 (Fax -2649)
Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg Griesbachstr. 10 76185 Karlsruhe	Herr Bunk	0721/98471-13 (Fax -20)
Landesinnungsverband der elektrotechnischen Handwerke Baden-Württemberg Voltastr. 12 70376 Stuttgart	Herr Mayerl	0711/95590666 (Fax 551875)
VEA – Bundesverband der Energie-Abnehmer e. V. Geschäftsstelle Wiesbaden Kreuzberger Ring 21 65205 Wiesbaden	Herr Wörsdörfer	0611/9748-428 (Fax -100)
Großabnehmerverband Energie Baden-Württemberg Breitlingstr. 35 70184 Stuttgart	Herr Rudolf	0711/23725-20 (Fax -99)
RKW Baden-Württemberg, Rationalisierungs- Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e. V. Königstr. 49 70173 Stuttgart	Herr Kowollik	0711/22998-33 (Fax -10)
Ingenieurkammer Baden-Württemberg Energie- und Umweltberatung Zellerstr. 26 70180 Stuttgart	Herr Pfaus	0711/64971-21 (Fax -55)
Örtliche Energieversorgungsunternehmen		
Industrie- und Handelskammern, örtliche Handwerkskammern		

Für einen finanziellen Anreiz zur Sanierung von Anlagen kommt das **ERP-Energiesparprogramm** in Frage:

- Antragsberechtigt sind Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft mit einem Jahresumsatz bis zu 1 Mrd. DM. Das Vorhaben muss geeignet sein, die Wettbewerbs- und Leistungsfähigkeit des Unternehmens zu steigern. Anträge, die vor Beginn des Vorhabens eingereicht werden müssen, sind auf einem Formblatt über die Hausbank an die Deutsche Ausgleichsbank zu richten. Die Förderung besteht aus einem zinsgünstigen Darlehen (ein jeweils am Markt angepasster Zinssatz von z. B. 5,25 % p.a., Auszahlung: 100 %, Laufzeit: 15 Jahre mit 2 tilgungsfreien Anlaufjahren (Stand. 20.9.1999); aktuelle Konditionen über den Faxabruf der DtA unter 0228/831-3300 oder die WEB-Seite der DtA <http://www.DtA.de>). Die maximale Förderung beträgt 0,5 Mio. EURO pro Vorhaben.

Eine Möglichkeit zur Überbrückung von Finanzierungsengpässen besteht in der Einschaltung eines Contractors (Sendner, 1996), der die Investitionen vorfinanziert und z. B. an der Schnittstelle zwischen Energieversorgungsunternehmen (EVU) und Betrieb tätig werden kann. In zunehmendem Maße bieten auch EVU Contracting an.

Literatur

Fischer, S.; Jochem, E.; Knopf, V.; Tönsing E.: *Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung in kleinen und mittleren Unternehmen*. Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996.

Jochem, E.: *Zur Chefsache: Energie rationell nutzen – Impulse für Innovation, Mitarbeitermotivation und Marketing*. Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996.

Kreisel, K., Jochem, E.: *Druckluft rationell erzeugen und nutzen*. Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996.

Landesgewerbeamt Baden-Württemberg – Informationszentrum Energie: *Maßnahmen zur Energieeinsparung – Fördermöglichkeiten*. 1994

Landwehr, M.: *Stromsparen bei elektrischen Antrieben*. Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996.

Sendner, H.; Jochem, E.: *Chancen durch Contracting*. Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996.

Tönsing, E.: *Stromsparende Beleuchtungssysteme – mehr Licht für weniger Kosten*, Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996.

VDEW: *Strompreise für Sondervertragskunden – Eine vergleichende Übersicht*. Verein Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW), Frankfurt, 1996.