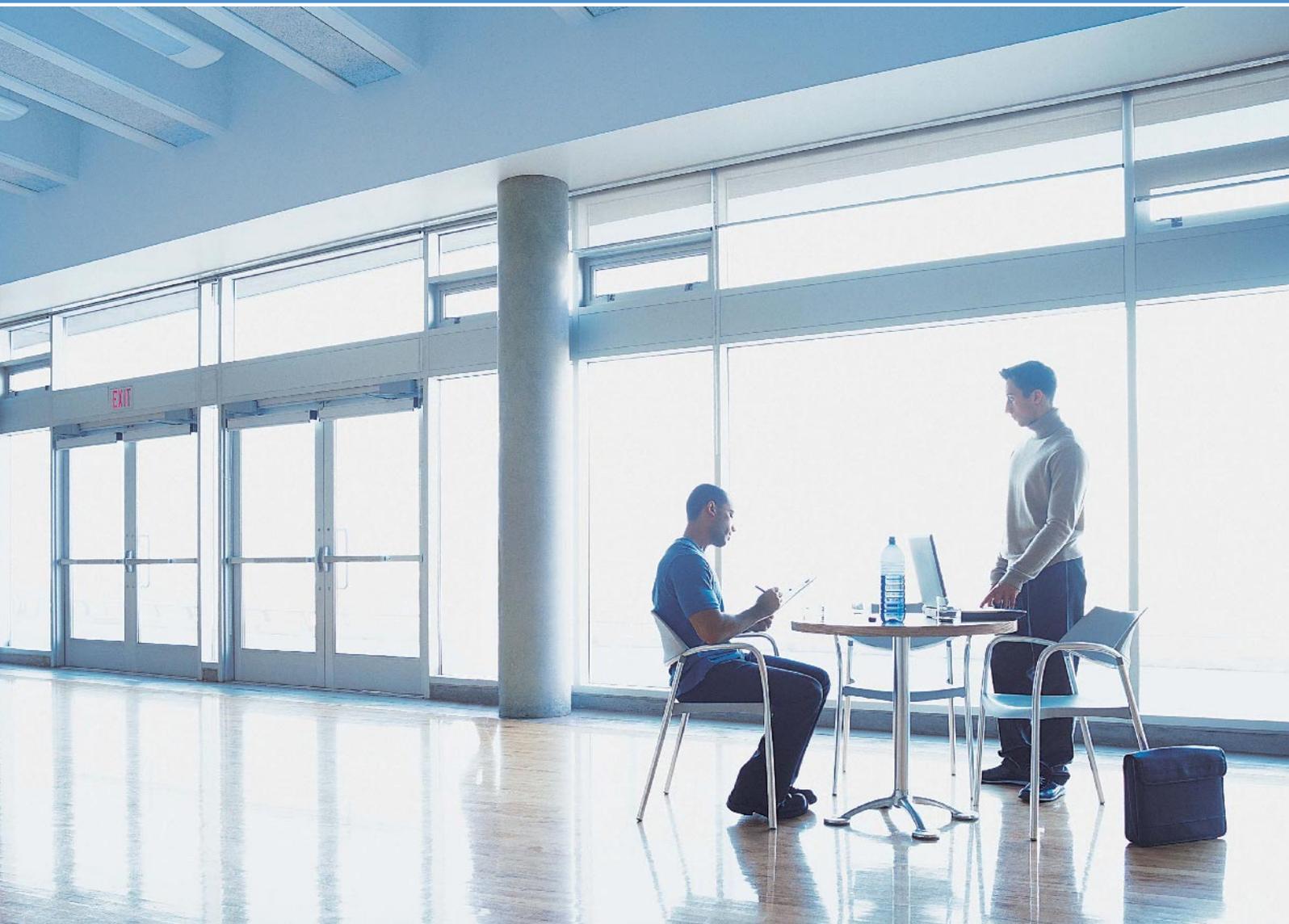




Bürogebäude - Klima schützen - viel sparen mit weniger Strom



IHK

Bayerischer
Industrie - und Handelskammertag
BIHK

IHK - Arbeitskreis
Energieeffizienz
in Bürogebäuden



Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Bürogebäude - viel sparen mit weniger Strom

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Augsburg, Januar 2004

Bürogebäude - viel sparen mit weniger Strom

Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
86179 Augsburg

Tel.: +49-(0)821-9071-5241
Fax: +49-(0)821-9071-5556

Konzeption und Text:

Dirk Köwener, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
Ulla Böde, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
Gisela Renner, Rennergie - Innovative Energieberatung

Projektgruppe:

Dr. Gerold Hensler, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
Dr. Annette Günzl, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
Pablo Schindelmann, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
Dirk Köwener, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
Martin Sommer, VVB Vereinsbank Victoria Bauspar AG
Herbert Hofmuth, Landeshauptstadt München / Baureferat Hochbau
Dr. Norbert Ammann, Industrie- und Handelskammer (IHK) für München und Oberbayern
Thomas Grund, Lechwerke AG
Jörn Peter, Arqum GmbH

Layout: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Druck: Druckerei Schmid, Kaisheim

Bezug: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.

© Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg 2004

Gedruckt auf Recyclingpapier

ISBN: 3-936385-50-5

Inhalt	
Kennzahlen?	7
Beleuchtung	7
Lüftung und Klimatisierung (Kühlung)	14
Büro- und andere Elektrogeräte	20
Heizung und Warmwasser	24
Contracting	27
Einspar-Aktionen mit Einbindung der Nutzer	28
Literatur und Ansprechpartner	31
Checklisten	33

Möchten auch Sie die Energiekosten Ihres Unternehmens senken?

Nachhaltiges Wirtschaften, wie es von den Teilnehmern des ersten Erdgipfels in Rio de Janeiro gefordert wird, ist eng verknüpft mit der Reduzierung unseres Energieverbrauchs und der Minderung unserer CO₂-Emissionen. Energiesparen bedeutet aber nicht nur Klimaschutz und Schonung der Ressourcen, sondern auch einen wirtschaftlichen Gewinn.

Die aufsummierten Betriebskosten eines Bürogebäudes erreichen nach 12 Jahren die Höhe der Investitionskosten. Mit einem Anteil von ca. 20% tragen die Energiekosten zu den Betriebskosten bei. Schon mit einfachen technischen und organisatorischen Verbesserungen aber auch mit einem energiebewussten Verhalten der Mitarbeiter können Sie Ihre Kosten reduzieren. Dieser Leitfaden liefert Ihnen eine Vielzahl an Vorschlägen für mögliche Maßnahmen sowie eine Anleitung, wie Sie die Mitarbeiter „mit ins Boot“ nehmen können. Sie finden umfangreiche Informationen, interessante Beispiele aus der Praxis und zahlreiche Tipps. Die Kapitel „Contracting“ und „Anleitung zur Umsetzung“ erläutern Ihnen, wie Sie die Maßnahmen in Ihrem Unternehmen umsetzen können.

Dass die Steigerung der Energieeffizienz nicht unbedingt immer in einem Neubau des gesamten Gebäudes enden muss, zeigen die Erfolge in der Verwaltung der Stadt Detmold (Bild 1). Hier wurden 2001 zur Reduzierung des Energieverbrauchs verhaltensbedingte, organisatorische

und einfache gering investive Maßnahmen (z.B. Einsetzen von Energiesparlampen) durchgeführt. Die Ergebnisse können sich sehen lassen.

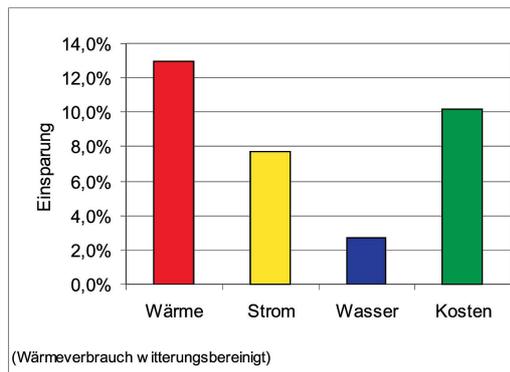


Bild 1: Energie- und Wassereinsparung der Verwaltung der Stadt Detmold

(Quelle: e&u energiebüro gmbh, Bielefeld)

Die Umsetzung von Energiesparkonzepten steht und fällt mit der Akzeptanz durch die Mitarbeiter. Sowohl technische und organisatorische Veränderungen als auch Energiespar-Aktionen müssen die Unterstützung von oberster Stelle erfahren. Im ganzen Unternehmen muss präsent sein: „Energiesparen ist Chefsache“.

Gehen Sie daher auch mit gutem Beispiel voran.

Viel Erfolg bei der Umsetzung wünscht Ihnen

Ihr
Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Wissen Sie schon?

- Das wirtschaftliche Energie-Einsparpotenzial im Bereich der Beleuchtung beträgt in Deutschland im Schnitt 30 % bzw. 15TWh. Zum Vergleich: Das ist 75 mal mehr als die Stromproduktion der Photovoltaikanlagen in Deutschland.
- Für Sie bedeutet das konkret, dass Sie durch eine effiziente Beleuchtung bis zu 80 % Ihrer Beleuchtungskosten einsparen können. Auch wenn Sie bereits Energiesparlampen einsetzen, können Sie durch eine Umrüstung auf moderne Lampen 30 % ihrer Beleuchtungskosten sparen. Lesen Sie hierzu ab S.7.
- Bürogeräte sind für bis zu 60 % der erzeugten Wärme verantwortlich. Diese Wärmemenge muss im Sommer abgeführt werden und so manch ein Bildschirmschoner benötigt mehr Energie als eine Bürosoftware. Weitere Informationen gibt es ab S. 20.
- Nicht regelbare Ventilatoren verbrauchen über 50 % mehr Strom als eigentlich notwendig. Lesen Sie mehr darüber ab S.14.
- Contracting ist eine elegante Lösung, ohne eigene Investitionen Energiesparmaßnahmen rentabel zu realisieren. Wie es funktioniert erfahren Sie ab S. 27.

Kennzahlen?

Grundsätzlich ist es sinnvoll, wenn man eine spezifische Stromkennzahl hat, beispielsweise kWh/m² oder kWh pro Person, mit der man die verschiedenen Bürogebäude miteinander vergleichen kann. Eine solche Kennzahl lässt den einfachen Schluss zu: hoch = schlecht und niedrig = gut.

Da jedoch Bürogebäude unterschiedlich ausgestattet sind, ist ein solcher Vergleich in der Praxis häufig schwierig. In Bild 1 sind die personenspezifischen Stromverbräuche von einigen Bürogebäuden der HVB Group dargestellt. Sie liegen zwischen 3.000 und 12.000 kWh pro Jahr und Person. Diese großen Differenzen können teilweise durch unterschiedliche Techniken, Nutzerverhalten und Messmethoden erklärt werden. Jedoch ist ein Großteil der Unterschiede auch durch Unterschiede in den Ausstattungen zu erklären. Haben alle Gebäude ein Rechenzentrum? Sind alle Gebäude voll klimatisiert? Haben alle Gebäude ein Foyer? Sind die Büros in Ausstattung und Größe vergleichbar?

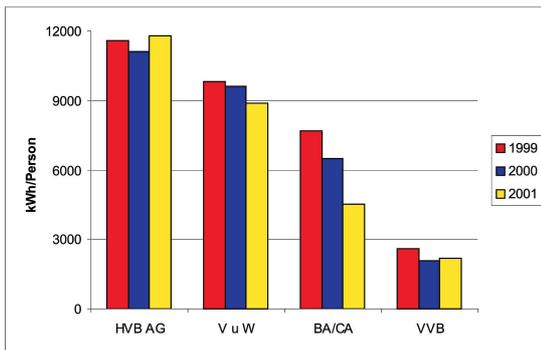


Bild 2: Spezifischer Stromverbrauch von Bürogebäuden der HVB Group.
(Quelle: Nachhaltigkeitsbericht HVB Group 2002)

Gerade beim Stromverbrauch gibt es viele Anwendungsbereiche, die solche generellen Kennzahlenvergleiche erschweren. Daher steht in dieser Broschüre der Aspekt im Vordergrund zu identifizieren, wo Strom verschwendet wird und wie diese Verschwendung vermieden werden kann. Vielmehr werden hier spezifische Kennzahlen genutzt, die sich auf einzelne Technologien/Tätigkeiten beziehen. So kann man vergleichen, ob ein Büro gut beleuchtet ist oder nicht. Für den Arbeitsplatz gilt z.B. ein Richtwert von 500 Lux.

Mit der neuen EU-Richtlinie für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 4. Januar 2003) wird die Erstellung von Energieausweisen mit Kennzahlen zur Pflicht. Der Energieausweis ermöglicht den Nutzern einen Vergleich und eine Beurteilung der Energieeffizienz des Gebäudes und muss darüberhin-

aus Empfehlungen für Verbesserungsmaßnahmen enthalten.

Beleuchtung

Der Stromverbrauch, der auf die Beleuchtung zurückzuführen ist, liegt in Büro- und Verwaltungsgebäuden zwischen 15 und 50 %. Um eine effektive Beleuchtung zu erreichen, sollten neben technisch effizienten Beleuchtungssystemen auch die notwendigen Beleuchtungsstärken eingehalten werden. Die Arbeitsstätten-VO §7 und Arbeitsstättenrichtlinie 7/3 müssen eingehalten werden.

Tabella 1: Optimale Beleuchtungsstärken in einem Bürogebäude

Raum	Beleuchtungsstärke (lux)
Büro	500*
Besprechungsraum	300
Bibliothek	300
Kantine	200
Treppenhaus	100

*nur direkt am Arbeitsplatz
Quelle: AMEV Beleuchtung 2002; DIN 5035

Häufig werden die Einsparpotenziale insbesondere von den Nutzern unterschätzt. Deshalb sind die Verhaltensmaßnahmen bei der Beleuchtung unspektakulär aber höchst effektiv. Über 80 % des Einsparpotenzials durch Nutzerverhalten im Strombereich lassen sich durch den bewussten Umgang mit der Beleuchtung erzielen. Wichtig ist, wie bei allen empfohlenen Verhaltensmaßnahmen, dass den Nutzern erklärt wird, dass die Maßnahmen nicht mit Komforteinbußen, in diesem Fall also mit der Verschlechterung der Lichtverhältnisse, einhergehen. Empfehlungen wie "Löschen Sie bitte das Licht beim Verlassen des Büros" können sicher allgemein gegeben werden. Änderungen der Lichtverhältnisse am Arbeitsplatz, z. B. Entfernen überflüssiger Leuchten oder Austausch herkömmlicher Lampen durch Energiesparprodukte sollten immer in direkter Absprache mit den Büronutzern erfolgen.

Nutzerverhalten

1 Bedarfsgerechtes Zu- und Abschalten der Beleuchtung

1 Bedarfsgerechtes Zu- und Abschalten der Beleuchtung

Stehen am Arbeitsplatz mehrere Leuchten zur Verfügung (Deckenleuchte, Schreibtischleuchte), sollten diese dem Bedarf entsprechend genutzt werden. Alle auf einmal werden selten gebraucht.

In Räumen, die länger als 10 Minuten nicht benutzt werden, kann die Beleuchtung ganz ausgeschaltet werden.

Tipp:
Zum bedarfsgerechten Ein- und Ausschalten der Beleuchtung gehört auch die Nutzung von getrennten Schaltern für verschiedene Lichtreihen. Die Beschriftung von Schaltern verhindert, dass das Schalten zu einem „Roulettespiel“ wird und damit die Lampen unnötig belastet werden.

- Organisatorische Maßnahmen**
- 1 Anzahl der Lampen reduzieren, wenn Helligkeitsrichtwert überschritten ist
 - 2 Reduktion der Betriebszeit der Hauptbeleuchtung
 - 3 Regelmäßige Überprüfung von Bewegungsmeldern und Sensoren auf Funktionstüchtigkeit
 - 4 Reflektoren und Lampen regelmäßig reinigen

1 Anzahl der Lampen reduzieren, wenn Helligkeitsrichtwert überschritten ist

Tipp:
Die richtige Beleuchtungsstärke ist Ausgangspunkt für die Berechnung eines energieeffizienten Beleuchtungssystems. Mit Hilfe eines Luxmeters (etwa 50 Eur) können Sie die Beleuchtungsstärke selbst messen. Dabei gibt es einige Punkte zu beachten. Wichtig ist ein langes Kabel zum Sensor, damit die Messung nicht durch die Teilabschattung des Messwertablers verfälscht wird. Die Messung muss sorgfältig an mehreren Punkten (alle 1-2m) im Raum in der richtigen Höhe durchgeführt werden. In Büros sind das 0,85m über dem Boden, auf Verkehrswegen und Fluren sind es 0,2m. Leuchtstofflampen sollten mindestens 30min vorher eingeschaltet werden. Man erhält so einen ersten Überblick über die allgemeine Beleuchtungssituation. Genaue Messungen sollten Fachleute übernehmen. Weitere Informationen enthält die DIN 5035, Teil 6. Vergessen Sie jedoch nicht: Die Beleuchtungsstärke ist eine von mehreren Bewertungsgrößen für die Qualität der Beleuchtung.

Für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen (Nennbeleuchtungsstärke) gibt es Richtlinien (DIN 5035, eine Neufassung ist geplant). Gemessen wird diese mit einem Luxmeter (siehe Tipp). Ergibt die Messung der Beleuchtungsstärke eine Überschreitung der Nennbeleuchtungsstärke (DIN 5035), sollte die Anlage auf Überdimensionierung überprüft werden. Eine Überschreitung um 25 % liegt im Bereich des Planungsfaktors (1,25), der die Verminderung der Beleuchtungsstärke durch Alterung und Verschmutzung der Beleuchtungsanlage ausgleichen soll. Bei neuen Lampen und ohne besondere Verschmutzung

kann der Faktor auf 1,15 bis 1,20 reduziert werden. Eine Reduzierung dieses Faktors kann durch die gänzliche Entfernung überflüssiger Lampen erfolgen oder durch geschicktes Austauschen von mehreren alten Lampen durch eine neuere leistungsstärkere. Je nach Alter können die überflüssigen Lampen als Ersatzlampen wieder zum Einsatz kommen. Die Beteiligung der Mitarbeiter an der Messung an ihrem Arbeitsplatz erhöht die Akzeptanz der Maßnahmen.

2 Reduktion der Betriebszeit der Hauptbeleuchtung

Wann kommen die ersten Mitarbeiter, wann gehen die letzten? Ist die Beleuchtung an die jahreszeitliche Tageslänge angepasst? Werden alle Bereiche durchgehend genutzt? Die Überprüfung der Bedarfszeit der Hauptbeleuchtung, egal ob manuell geschaltet oder zentral gesteuert, kann überflüssige Brenndauern aufdecken. Bei einer Anpassung müssen organisatorischer Aufwand und Energieeinsparung gegeneinander abgewogen werden.

Tipp:
Die „Reinigungsbeleuchtung“, die der Reinigungskolonnen anzeigt, welche Gebäudeteile gereinigt werden sollen, kann durch Türschilder wie in Hotels („Room Service please“) ersetzt werden. Das Einsparpotenzial beträgt durchschnittlich 3 % des Beleuchtungsstroms.

3 Regelmäßige Überprüfung von Bewegungsmeldern und Sensoren auf Funktionstüchtigkeit

Die einwandfreie Funktionstüchtigkeit eingesetzter Zusatzgeräte ist Voraussetzung für die Energieeinsparung. Ausgefallene oder falsch eingestellte Geräte werden oft nicht von den Nutzern gemeldet. Stattdessen wird einfach auf eine Dauerbeleuchtung umgestellt. Sich selbst regelnde Sensoren müssen regelmäßig auf ihre Empfindlichkeit überprüft werden. Auch die Zufriedenheit der Nutzer sollte abgefragt werden.

4 Reflektoren und Lampen regelmäßig reinigen

Das Reinigen von Lampen und Leuchten fällt ebenso unter den Bereich "Wartung" wie der Austausch von Lampen. Nach der Arbeitsstättenverordnung und Arbeitsstättenrichtlinie ASR 7/3 "Künstliche Beleuchtung" müssen Wartungen bereits dann erfolgen, wenn die Werte der Nennbeleuchtungsstärke am ungünstigsten Punkt unterschritten werden. Gemäß DIN gilt in der Regel das 0,8-fache dieser Nennbeleuchtungsstärke bei Arbeitsplätzen als Schwellenwert, der nicht unterschritten werden darf.

Die regelmäßige Reinigung von Lampen und Rastern bringt bis zu 10 % Energieeinsparung, falls das Beleuchtungssystem entsprechend gesteuert werden kann. Zusätzlich werden auch die Austauschintervalle verlängert. Der Aufwand ist als mittel bis

hoch einzuschätzen, wobei über den Einsatz einer externen Firma diskutiert werden sollte.

Gering investive Maßnahmen

- 1 Ersetzen von Glühlampen durch Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen)
- 2 Ersetzen von herkömmlichen Leuchtstofflampen durch moderne
- 3 Beleuchtungsregelungen anwenden – Einsatz von Zusatzgeräten

Tipp:

Energiesparlampen und Leuchtstoffröhren gehören aufgrund ihres wenn auch geringen Schwermetallgehalts nicht in den Hausmüll. Sie können über Wertstoffhöfe oder den Handel entsorgt werden.

1 Ersetzen von Glühlampen durch Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen)

Glühlampen können durch Kompakt-Leuchtstofflampen („Energiesparlampen“) mit Schraubsockel, also mit integriertem Vorschaltgerät (VG) ersetzt werden. Allein die geringere Leistungsaufnahme gegenüber Glühlampen bedeutet ein Einsparpotenzial von bis zu 80 %. Ein weiterer Einspareffekt ergibt sich durch die lange Lebensdauer von Kompakt-Leuchtstofflampen, da größere Wartungsintervalle und damit geringerer Personalbedarf aus dem Austausch resultieren. Es sollten vorrangig Lampen mit hoher Brenndauer ausgetauscht werden, da diese den größten Anteil am Stromverbrauch ausmachen.

Außerdem bietet es sich wegen der längeren Lebensdauer an, auch Lampen an schwer zugänglichen Stellen auszutauschen. Die Beschaffungs- und Personalkosten für das Auswechseln der Lampen fallen häufig unter den Bereich „Betriebskosten“, sodass das Investitionsbudget unangetastet bleibt. Der Anwender sollte auf die

Tipp:

Eine einzelne 20-Watt-Energiesparlampe, die eine 100-Watt-Glühbirne ersetzt, spart im Laufe ihres Lebens 640 kWh, d.h. 96 Eur Stromkosten und 400 kg Kohlendioxid

Die gesparte Primärenergie entspricht etwa 160 Liter Benzin, die ausreichen, um mit einem Pkw 2.000 km weit zu fahren.

Der höhere Preis sollte Sie nicht von der Anschaffung abhalten. Die Sparleuchten machen sich bezahlt! Der höhere Kaufpreis wird durch die wesentlich niedrigeren Betriebskosten wettgemacht. Ausgehend von Stromkosten von 0,15 Eur pro Kilowattstunde liegt die Kostenersparnis über die Lebensdauer insgesamt bei etwa 93 Eur.

Beispiel 1

Ersatz einer Glühbirne durch Kompaktleuchtstoffröhre (Energiesparlampe):

Vorher: 100-Watt-Glühbirne; Lebensdauer 1.000 h; Anschaffungspreis 0,50 Eur

Nachher: 20 W Energiesparlampe; Lebensdauer 8.000 h; Anschaffungspreis 7,00 Eur

Strompreis:	0,15 Eur/kWh
Brenndauer	1.000 h/a
Verbrauchsreduktion:	80 %
Stromeinsparung:	80 kWh/a
Kosteneinsparung:	12 Eur/a
Amortisationszeit	7 Monate
CO ₂ -Reduktion:	50 kg/a

Eigenschaften der neuen Lampen (z. B. die mögliche Zeitverzögerung, bis der volle Lichtstrom zu erwarten ist) hingewiesen werden.

2 Ersetzen von herkömmlichen Leuchtstofflampen durch moderne

Hier geht es um den Austausch der Leuchtmittel (z. B. Leuchtstoffröhre, Glühbirne), nicht um die Leuchte (Lampe) selbst. Leuchtstoffröhren mit 26 mm Durchmesser und elektronischem Vorschaltgerät (EVG) sind 25 % effizienter als die elektromagnetisch geregelten älteren Typen mit 38 mm Durchmesser (VVG; verlustarme VG). Der Austausch von verlustarmen Vorschaltgeräten durch elektronische fällt allerdings in den Bereich „investive Maßnahmen“. Aber selbst wenn nur die Röhre ohne neues EVG ersetzt wird, erreicht man noch eine Einsparung von gut 15 %.

16 mm-Lampen sind noch effizienter, passen aber in der Regel nicht in die herkömmlichen Leuchten, da sie kürzer sind. Bei der Modernisierung sollten Dreiband-Leuchtstofflampen zum Einsatz kommen, da diese eine höhere Lichtausbeute (ca. 30 %) und bessere Farbwiedergabeeigenschaften als Standard-Leuchtstofflampen haben. Die nachfolgende Tabelle 2 stellt die drei wesentlichen Typen der Leuchtstoffröhren gegenüber.

Tabelle 2: Merkmale von Leuchtstoffröhren, zum Vergleich Glühlampe

Bezeichnung	Leuchtstoffröhren			Glühlampe
	T12 mit VVG	T8 mit EVG	T5 mit EVG	
Durchmesser	38 mm	26 mm	16 mm	
Lebensdauer	7.000 h	bis 20.000 h	bis 20.000 h	1.000 h
Lichtausbeute	20-30 lm/W	81-100 lm/W	96-104 lm/W	6-16 lm/W
Farbwiedergabe	1b	1b	1b	1a

Quelle: Fördergemeinschaft Gutes Licht

3 Beleuchtungsregelungen anwenden – Einsatz von Zusatzgeräten

Das manuelle Zu- und Abschalten der Beleuchtung kann durch den Einsatz von Zusatzgeräten ersetzt werden: Bewegungsmelder, Präsenzmelder, Dämmerungsschalter, Treppenhausautomatik, Zeitschaltuhren. Sie kommen in wenig oder sehr unterschiedlich frequentierten Räumen zum Einsatz, wie z. B. in Toiletten, Fluren, Treppen, Lagerräumen, Besprechungsräumen u.Ä. Außerdem eignen sie sich für die bedarfsabhängige Regelung der Außenbeleuchtung.

Bewegungsmelder und Infrarotsensoren gibt es in den unterschiedlichsten Bauformen. Zum Teil sind sie bereits in Leuchten oder Lampen integriert. Sie registrieren die Anwesenheit oder Abwesenheit von Personen im Überwachungsgebiet mithilfe eines Infrarotsensors. Präsenzmelder besitzen eine höhere Empfindlichkeit als Bewegungsmelder und erkennen so auch Personen bei sitzender Tätigkeit. Wird in einer bestimmten Zeit (Nachlaufzeit) keine Bewegung registriert, so schalten die Melder die Beleuchtungsanlage ab. Die Länge der Nachlaufzeit wird durch das Bewegungsverhalten der Personen bestimmt und laufend nachgeregelt (adaptive Nachlaufzeit). Werden Leuchtstoff- und Kompakt-Leuchtstofflampen mit Bewegungsmeldern kombiniert, müssen sie zur erhöhten Schaltfestigkeit mit so genannten Warmstart-EVG betrieben werden.

Dämmerungsschalter schalten bei Unter- und Überschreitung einer bestimmten Helligkeitsstufe entweder direkt die Beleuchtung oder aber die Regelungstechnik ein und aus. Damit wird verhindert, dass z. B. der Bewegungsmelder auch im Hellen arbeitet. Einen ähnlichen Zweck verfolgen Zeitschaltuhren, die sich für nur zeitweise stärker frequentierte Beleuchtungszonen eignen. Mit ihnen wird für fest eingestellte Nutzungszeiten die Beleuchtungsanlage oder die Steuerung der Beleuchtungsanlage aktiviert. Für eine Beleuch-

tung außerhalb dieser Zeiten muss die Zeitschaltuhr ausgeschaltet werden.

Eine vierte Variante der Beleuchtungssteuerung stellt die so genannte „Treppenhausautomatik“ dar. Bei manuellem Einschalten der Beleuchtung wird gleichzeitig ein Zeitrelais aktiviert, das nach Ablauf der eingestellten Zeit die Beleuchtung wieder ausschaltet. Diese Elektronik wird hauptsächlich in Treppenhäusern eingesetzt. Sie findet außerdem Anwendung in Garagen und Lagerräumen etc. Die Nachlaufzeit sollte nicht zu kurz eingestellt sein, da dann ein zweiter Schaltvorgang notwendig werden könnte, der die Beleuchtungsanlage mehr belastet als eine längere Brennzeit.

Zusatzgeräte verbrauchen selbst Strom, um im Bereitschaftsmodus zu stehen. Diese Leistung liegt bei ca. 3 W. Bei Lampen mit geringer Leistung macht der Einsatz von solchen Zusatzgeräten deshalb wenig Sinn, da der Stromverbrauch des Zusatzgerätes die Einsparung tilgt oder übersteigt.

Investive Maßnahmen

- 1 Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG)
- 2 Einbau einer zentralen Steuerung
- 3 Beleuchtung in Abhängigkeit des Tageslichtangebots dimmen
- 4 Gebäude und Fenster hinsichtlich maximaler Tageslichtnutzung optimieren
- 5 Innovative Verglasung und Lichtlenkung

1 Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG)

Gasentladungslampen, wie die weitverbreiteten Leuchtstofflampen werden mit Vorschaltgeräten betrieben, die den Lampenstrom begrenzen. Früher wurden die Lampen mit konventionellen (verlustarmen) Vorschaltgeräten ausgestattet, die Kondensatoren enthielten.

Neben schädlichen Inhaltsstoffen (z. B. Trichlorbenzol; TCB), die zum Teil schon zum Austausch der Lampen geführt haben, treten an diesen Vorschaltgeräten erhebliche Verlustleistungen auf. Bei einer 58-Watt-Leuchtstofflampe sind dies z.B. 13 W, was die Gesamtleistung einer Leuchte auf 71 W erhöht. Außerdem können sie – im Gegensatz zu den EVG – einen Blindstrom erzeugen, der den Einsatz einer zentralen Blindstromkompensation erforderlich macht.

Heute sollten bei der Neuausstattung und Leuchtensanierung nur noch Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten zum Einsatz kommen. Ihre Verlustleistung beträgt nur noch 5 W, wobei die entsprechende Leuchtstofflampe dann 50 W benötigt. Die Gesamtleistung der Leuchte liegt, bei also nur noch bei 55 W. Wie ein modern beleuchtetes Büro aussieht, zeigt Bild 3.



Bild 3: Gut beleuchtetes Büro (Quelle: Fördergemeinschaft Gutes Licht)

Elektronische Vorschaltgeräte haben weitere Vorteile:

- Erhöhung der Lampenlebensdauer (ca. 50 %)
- Höhere Betriebsfrequenz (25-40 kHz), deshalb kein Flimmern mehr und höhere Lichtausbeute
- Keine Neustartversuche bei defekten Lampen
- Es gibt EVG's, die dimmbar und deshalb für eine tageslichtabhängige Regelung einsetzbar sind
- Warmstart-EVG erhöhen die Lebensdauer der Lampen zusätzlich

Für viele bestehende Beleuchtungssysteme gibt es inzwischen Möglichkeiten, um konventionelle gegen elektronische Vorschaltgeräte auszutauschen.

Trotzdem sollte vor einem Austausch der Vorschaltgeräte der Allgemeinzustand der Beleuchtung kritisch geprüft werden: Ist die Beleuchtungsstärke zu hoch oder zu niedrig? Schlucken ungünstige Leuchten einen Großteil des Lichtstromes?

Neben den normalen Leuchtstofflampen mit 26 mm Durchmesser (T8) werden inzwischen auch Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser von 16 mm (T5) angeboten.

Sie haben gegenüber den T8 Lampen wegen ihrer höheren Lichtausbeute eine geringere Anschlussleistung und weisen einen geringeren Lichtstromrückgang während der Betriebszeit auf. Da sie kürzer sind, benötigen sie allerdings spezielle Leuchten und sie können nur über ein EVG betrieben werden.

In vielen Fällen ermöglicht eine Beleuchtungssanierung eine erhebliche Reduktion der Lampenzahl bei einer gleichzeitig verbesserten Raumbeleuchtung.

Tipp:

Stromeinsparungen von 50 % und Amortisationszeiten unter 2 Jahren sind erreichbar. Gleichwohl kann die Sanierung der Beleuchtung mit hohen Investitionskosten verbunden sein. Für solche Fälle gibt es mehrere Dienstleister, die den Leuchtentausch auf Basis von Contracting-Verträgen realisieren.

Die beiden Beispiele rechts zeigen, dass durch eine effiziente Beleuchtung erhebliche Einsparpotenziale erschlossen werden können, selbst wenn sich die Nutzungsdauer erhöht (Beispiel 3). Ob solche Maßnahmen wirtschaftlich sind, hängt ganz wesentlich davon ab, wann sie durchgeführt werden. Im Rahmen einer so oder so anstehenden Sanierung sind sie in der Regel wirtschaftlich (Beispiel 2). Bei einer außerplanmäßigen Ersetzung sind zusätzlich die Finanzierungskosten der vorgezogenen Investition den Einsparungen gegenüberzustellen. Bei einer angestrebten Amortisationszeit von drei Jahren stellt sich so in Beispiel 2 die Frage: Ist ein Vorziehen der Investition für 330 Eur abzüglich der Mehrkosten der

Beispiel 2

Moderne Leuchtstoffröhren im Rahmen einer planmäßigen Sanierung

Alt: 2-flammige Leuchtstofflampen (2X58W/26mm) in einer Opalwanneleuchte

Neu: Spiegelraster-Hänge-Leuchten mit EVG und 1-flammiger (1X35W/16mm) Leuchtstofflampe

Anzahl Leuchten:	6 Stück
Mehrkosten pro Leuchte:	etwa 25 Eur
Nutzungsdauer:	1.200 h/a
Strompreis:	0,15 Eur/kWh
Verbrauchsreduktion:	73 %
Stromeinsparung:	742 kWh/a
Kosteneinsparung:	111 Eur/a
Amortisationszeit:	1,4 Jahre
CO ₂ -Reduktion:	430 kg/a

Quelle: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg

Beispiel 3

Sanierung der Beleuchtung der Klassenräume einer Schule:

Vorher: 220 Betriebsstunden, Stromverbrauch 378 kWh, mittlere Leistung 1,71 kW

Nachher: 274 Betriebsstunden (etwas höhere Nutzung), Stromverbrauch 152 kWh, mittlere Leistung 0,55 kW

Strompreis:	0,15 Eur/kWh
Verbrauchsreduktion:	60 %
Stromeinsparung:	226 kWh/a
Kosteneinsparung:	34 Eur/a
CO ₂ -Reduktion:	131 kg/a

Quelle: Energieagentur NRW

modernen Lampen (6 x 25 Eur), also für 180 Eur, finanzierbar? Falls nein, dann wäre eine Sanierung nicht wirtschaftlich. Da bei einer Erneuerung jedoch meist auch die Beleuchtungsqualität steigt, ist eine solche Rechnung aber oft zu kurz gegriffen. Wenn durch diese Maßnahme Arbeitsproduktivität und Arbeitsklima verbessert werden, amortisiert sich die Investition innerhalb kürzester Zeit, auch wenn sich diese beiden Faktoren nur schlecht in Euro und Cent fassen lassen.

Wichtig zur Berechnung des genauen Einsparpotenzials ist die möglichst genaue Einschätzung der Beleuchtungsstunden.

Tipp:

Die Sanierung der Beleuchtung mit geringerer Leistungsaufnahme verringert in klimatisierten Gebäuden den Kühlbedarf im Sommer, falls in diesem Zeitraum die Beleuchtung benötigt wird, weil weniger Abwärme durch diese Beleuchtung produziert wird. Das sollte bei der Regelung und der Sanierung der Klimaanlage berücksichtigt werden.

2 Einbau einer zentralen Steuerung

Manchmal kann in Treppenhäusern aus Sicherheitsgründen die Beleuchtung nicht mit einer Treppenhausautomatik gesteuert werden. Oder die Anbringung von Bewegungsmeldern ist zu aufwändig, weil die Gänge zu verwinkelt sind.

Generell ist bei einem Neubau der Einbau einer zentralen Steuerung z. B. der Flurbeleuchtung, ggf. auch als Alternative zur manuellen Bedienung, sinnvoll.

Je nach Nutzung kann dies auch für bestimmte Raumarten, wie Konferenzräume sinnvoll sein.

In bestehenden Gebäuden lohnt sich die Nachrüstung nur, wenn der Einbau technisch unproblematisch ist. Sonst machen die hohen Installationskosten die Maßnahme unwirtschaftlich.

Inzwischen gibt es Systeme, die das vorhandene Stromnetz zur Datenübertragung nutzen können, um die Beleuchtung zu steuern. Je nach Bedarf können die alten Schalter durch entsprechend ausgestattete Schalter ersetzt werden. Diese Systeme lassen sich auch für andere Steueraufgaben nutzen, wie Jalousien, Heizung, etc. In bestehenden Gebäuden sollte in jedem Fall die Wirtschaftlichkeit der Nachrüstung anhand der tatsächlichen Rahmenbedingungen kritisch geprüft werden.

3 Beleuchtung in Abhängigkeit vom Tageslichtangebot dimmen

Steht man vor der Entscheidung die Beleuchtung mit elektronischen Vorschaltgeräten erstmalig einzubauen oder komplett zu erneuern, stellt sich die Frage, ob sich der Einbau einer tageslichtabhängigen Steuerung lohnt (Bild 4).

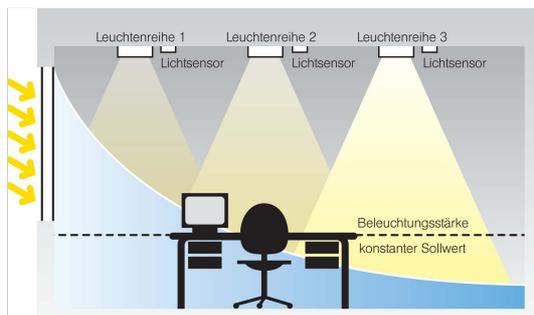


Bild 4: Konstantlichtregelung mit dimmbaren EVG (Quelle: Fördergemeinschaft Gutes Licht)

Die Erfahrungen mit solchen Systemen sind sehr unterschiedlich. Sie reichen von geringen bis zu 50 % Einsparungen.

Es hat sich herausgestellt, dass eine gute Planung und eine fachlich versierte Anbringung der Sensoren eine Grundvoraussetzung für den Einsparerfolg ist. So sollte z. B. vermieden werden, dass Lichtsensoren einer Klassenbeleuchtung durch die Tafelbeleuchtung beeinflusst werden. Deshalb sollten solche Sensoren nach der Anbrin-

gung auch immer eingeregelt werden. Zeitschaltuhren, die Reichweite von Bewegungsmeldern und der Erfassungsbereich von Lichtsensoren sind kritisch zu überprüfen und an die jeweiligen Nutzungsverhältnisse anzupassen.

Bei Neubau und Generalsanierungen kommen immer häufiger Einzelraumregelungen zum Einsatz. Prinzipiell lassen sich die unterschiedlichsten Teile der Gebäudetechnik, wie Beleuchtung, Heizung, Lüftung, Jalousien, Fensteröffnung steuern.

Dabei sind z. B. die Systeme Beleuchtung und Verschattung nicht unabhängig zu betrachten, da sie sich gegenseitig beeinflussen. Sollen beide Systeme geregelt werden, sollten sie regelungstechnisch miteinander verbunden werden. Ist dies zu aufwändig, sollte man sich im Zweifel für "weniger ist mehr" entscheiden und die Regelung auf ein Minimum reduzieren. Je nach Raumnutzung reicht ggf. schon eine Präsenzkontrolle.

Tipp:

Dimmbare Leuchten mit EVG's reduzieren den Stromverbrauch entsprechend der Verringerung des Lichtstromes. Solche Dimmer gibt es auch für so genannte Deckenfluter, die sich als Zusatzbeleuchtung für Büroräume individuell und mobil einsetzen lassen. Viele handelsübliche Leuchten besitzen allerdings 150-300 W Halogenlampen, die über einen Trafo mit Phasenanschnittsteuerung gedimmt werden. Diese Geräte sind vom Lichtstrom meistens überdimensioniert und werden deshalb ständig heruntergedimmt. Dies führt allerdings kaum zu einer Verringerung des Stromverbrauchs. So entpuppt sich eine vermeintlich preisgünstige Investition als Stromfresser.

4 Gebäude und Fenster hinsichtlich maximaler Tageslichtnutzung optimieren

Der Anteil der Tageslichtnutzung ist für den Energiebedarf im Nichtwohnungsbau von entscheidender Bedeutung. Dabei gilt es den Tageslichteinfall auch unter den Gesichtspunkten Blendfreiheit und sommerlicher Überhitzung zu optimieren. So sollte z. B. ein Sonnenschutz nicht automatisch dazu führen, dass die Beleuchtung angeschaltet werden muss. Dies erhöht nicht nur den Strombedarf für die Beleuchtung. In klimatisierten Gebäuden erhöht sich durch die Abwärmeproduktion der Beleuchtung zusätzlich die interne Wärmelast und damit der Kühlbedarf.

Zusätzlicher Vorteil eines hohen Tageslichtanteils ist ein erhöhter visueller Komfort, insbesondere, wenn die Räume gleichmäßig ausgeleuchtet sind. Der Mitarbeiter kann den psychologisch wichtigen Blick nach draußen werfen und die Sonnenenergie kann zur Erwärmung des Gebäudes beitragen.

Ein Maß für die Nutzung des Tageslichtes ist die Größe des Himmelsausschnittes, der von der Arbeitsfläche aus sichtbar ist. Dieser Faktor ist

nicht nur von der Fenstergröße und der Raumtiefe abhängig, sondern auch von Verschattungselementen und gegenüberliegenden Gebäuden. Exakt lässt sich dies nur mittels Computer und einem entsprechenden Simulationsprogramm bestimmen.

Bei zu hohem Fensterflächenanteil droht allerdings Überhitzung. Ein außen liegender Sonnenschutz, z. B. aus Jalousien mit unabhängig verstellbaren Lamellen im Überkopfbereich ermöglichen Sonnen- und Blendschutz bei gleichzeitiger Tageslichtnutzung mittels Lichtlenkung.

In größeren Büro- und Verwaltungsgebäuden lohnt sich eine detaillierte Planung insbesondere dann, wenn das Gebäude eine raumluftechnische Anlage erhält. Das Kapitel Lüftung und Klimatisierung geht auf dieses Thema weiter ein. Eine konsequente Tageslichtplanung kann den Bedarf an Kunstlicht auf deutlich weniger als 50 % der Nutzungszeit im Jahr reduzieren.

5 Innovative Verglasungen und Lichtlenkung

Inzwischen gibt es zahlreiche neue, innovative Systeme, die sich in Gebäude integrieren lassen, um den Anteil der Tageslichtnutzung zu erhöhen. Dies erschließt nicht nur Stromsparpotenziale, sondern erhöht gleichzeitig den visuellen Komfort.

Ein häufiges Problem, das Ausleuchten von größeren Raumtiefen mit Tageslicht, kann durch den Einbau von lichtlenkenden Elementen behoben werden. Sie werden meistens im oberen Teil raumhoher Fenster angebracht. Das direkte Licht wird zur Decke umgelenkt und über eine reflektierende Schicht im Raum verteilt.

Lichtlenkende Systeme bestehen entweder aus richtungselektiven Verglasungen (Hologramme) oder Lamellensystemen (Retrolamelle). Bei den Lamellensystemen sollte verhindert werden, dass eine Außenblendung z. B. von Verkehrsteilnehmern stattfindet. In dieser Hinsicht unproblematisch ist die Lichtlenkung z. B. vom Dach in innen liegende Flure und Aufenthaltsbereiche.

Beispiel 4 Einbau von Lichtlenkgläsern

Maßnahme: Einbau von Lichtlenkgläsern in die Oberlichter (10 % der Fassadenfläche) der Büroräume einer Sondermaschinenfabrik mit einer Raumtiefe von 7 m; zusätzlicher Einbau von Aluminium-Reflektoren an die Decke.

Fläche:	300 m ²
Stromeinsparung pro m ² :	15 kWh
Strompreis:	0,15 Eur/kWh
Verbrauchsreduktion:	60 %
Stromeinsparung:	4.500 kWh/a
Kosteneinsparung:	675 Eur/a
CO ₂ -Reduktion:	3.600 kg/a

Quelle: in Anlehnung EA NRW 8 Fälle, S.11

Diese Systeme sind für den Neubau und die Sanierung von Büros, Schulungsräumen, Fluren und Treppenhäusern geeignet.

Das Einsparpotenzial hängt von vielen Faktoren ab. In jedem Fall sollte eine fachlich versierte Planung mit Hilfe von Simulationsprogrammen vorgenommen werden.

Ob die Maßnahme in Beispiel 4 wirtschaftlich ist, hängt wesentlich von den Montagekosten für die Lichtlenkgläser ab, die sich von Fall zu Fall sehr unterscheiden können.

Eine weitere Innovation sind schalt- und regelbare Verglasungen zur Steuerung des Tageslichteinlasses.

Diese Schaltung der Glasflächen kann entweder manuell oder automatisch in Abhängigkeit von der Einstrahlung auf die Fassade bzw. der Raumtemperatur erfolgen. Eine stufenlose Regelung ist möglich. Solche Fenster benötigen allerdings Strom.

So genannte thermotrope Systeme (Umschaltung bei einer vorgegebenen Temperatur von transparent auf diffus; z. B. Hydrogel-Verbundscheiben) sind starr, d. h., die Schalttemperatur wird bei der Fertigung festgelegt und ist nachträglich nicht veränderbar. Auf der Fensterinnenseite verhindert eine infrarotreflektierende Schicht eine zu hohe Hitzeabstrahlung im Sommer in den Raum und dient gleichzeitig zur Erhöhung der Wärmedämmung.

Im Gegensatz zu einem herkömmlichen Sonnenschutz haben diese Verglasungen den Vorteil, dass sie sich den äußeren Umweltbedingungen dynamisch anpassen und keine beweglichen Teile besitzen.

Das Ziel sind Gläser, die gut wärmedämmend (niedriger u-Wert), aber deren Energiedurchlassgrad (g-Wert) sich in einem möglichst weiten Bereich schalten lässt.

Die Technologie hat inzwischen Marktreife erreicht und der Sonnenschutz ist für viele Fälle ausreichend. Die Tageslichtversorgung reicht aus für Büros bis zu einer Raumtiefe von 5 m.

Solche Fenstersysteme bieten einen großen gestalterischen Spielraum, da sie sich sowohl in Teilbereichen der Fassade, als auch in Dachfenster von Wintergärten und Atrien einsetzen lassen.

Tip:

Für fensternahe Arbeitsplätze wird ggf. zusätzlicher Blendschutz notwendig (am besten von unten nach oben). Bei einigen Systemen ist der Energiedurchlassgrad bei ungeschalteter Scheibe vergleichbar mit dem von Sonnenschutzglas, d.h., es kommt zu einem erhöhten Kunstlichtbedarf im Winter.

Lüftung und Klimatisierung (Kühlung)

Im Vergleich zur Heizung, die bereits häufig im Brennpunkt von Energieeinsparmaßnahmen steht, führen Lüftungs- und Klimaanlage häufig ein Schattendasein.

Viele Anlagen werden nur unzureichend gewartet oder lassen sich schlecht steuern und regeln. Fehlende Anlagenschemata erschweren den für den Betrieb verantwortlichen Personen die Einarbeitung und Optimierung.

Deshalb sind diese Anlagen häufig eine ertragreiche Quelle für Energiebedarfsminderung und Kostenreduktion.

Eine Lüftungsanlage in Bürogebäuden reicht vom einfachen Abluftventilator im WC bis zur Klimatisierung eines Konferenzraumes. Dort gibt es Zu- und Abluftventilatoren mit zum Teil erheblichem Strombedarf. Im einfachsten Fall dient die Anlage lediglich zur ausreichenden Lüfterneuerung.

Darüber hinaus kann die Lüftung auch zu einer Luftheizung ausgebaut werden, falls das herkömmliche Heizsystem nicht ausreicht. Dazu erhält die Anlage einfach einen zusätzlichen Luftheizer.

Muss im Sommer auch gekühlt werden, dann ist eine vollständige Klimaanlage zu installieren.

Sitzt z. B. ein Verdampfer direkt im Außen- bzw. Umluftstrom, spricht man von direkter Kühlung. Indirekte Kühlung liefern Klimaanlagen, die zur Kühlung mit Wasser oder Sole gefüllte Wärmetauscher verwenden. Diese Tauscherflächen können sich in Lüftungsanlagen befinden, aber auch, ähnlich wie Heizkörper, direkt in den Räumen angeordnet sein.

Nutzerverhalten

- 1 Fenster und Türen geschlossen halten
- 2 Betrieb von Ventilatoren und Klimaanlagen wirklich nur bei Bedarf

1 Fenster und Türen geschlossen halten

Der Betrieb von Klimatisierungsanlagen ist in der Regel mit der Fensterlüftung abzustimmen. Um eine bestmögliche Wirkung zu erzielen, ist es notwendig, dass Fenster und Türen geschlossen bleiben. Bei modernen Haustechniken sind die Fenster in Klimatisierungsphasen automatisch verriegelt. An warmen Tagen, wenn die Außentemperatur die Innentemperatur übersteigt, verzögert rechtzeitiges Schließen der Fenster die Aufheizung der Räume.

2 Betrieb von Ventilatoren und Klimaanlagen wirklich nur bei Bedarf

Jeder Nutzer sollte sich fragen, ob die Inanspruchnahme von Ventilatoren und Klimaanlagen

reine Gewohnheit ist oder wirklich nur bei Bedarf erfolgt. Die Kleidung sollte der normalen Raumtemperatur entsprechen. Klimaanlage bzw. Ventilator und warme Strickjacke sollten sich eigentlich gegenseitig ausschließen.

Organisatorische Maßnahmen

- 1 Regelmäßige Wartung und Instandhaltung der Lüftungs- und Klimaanlage
- 2 Optimierung der Betriebstemperatur
- 3 Wärmeerzeugende Geräte räumlich konzentrieren
- 4 Bedarfgerechter Betrieb bei mehrstufigen Lüftungs- und Klimaanlagen

1 Regelmäßige Wartung und Instandhaltung der Lüftungs- und Klimaanlage

Häufig schließen die Lüftungskappen nicht mehr richtig und kalte Außenluft dringt in das Gebäude ein. Manchmal sind die Zu- oder Abluftkanäle zugestellt, teilweise verstopft oder gar zugemauert.

In einigen Gebäuden werden Lüftungsanlagen, aber auch Luftheizungen nicht mehr genutzt, da die statischen Heizkörper wegen verbesserter Wärmedämmung des Gebäudes ausreichen oder sich die Nutzung geändert hat. In diesem Fall ist es wichtig, die Lüftungsschächte abzudichten, sodass es nicht dauerhaft zu einer ungewollten Belüftung kommt.

Bei der nächsten Anlagenprüfung sollte kontrolliert werden, ob die Außenluft- bzw. Luftwechselraten dem tatsächlichen Bedarf entsprechen. Häufig wurden bei der ursprünglichen Planung höhere Raten angenommen, als sie inzwischen notwendig sind. Wichtig ist die Kenntnis über die Mindestvolumenströme, die in Abhängigkeit von der Raumnutzung in der DIN 1946 Teil 2, der DIN 18017 Teil 3 und der Arbeitsstättenrichtlinie angegeben sind.

2 Optimierung der Betriebstemperatur

In vielen Fällen reicht es aus nach Rücksprache mit den Betroffenen, die Klimaanlage z. B. in Büros erst bei 28 °C statt bei 26 °C anzuschalten. Auch in EDV-Zentralen nimmt die Technik keinen Schaden, wenn die Raumtemperatur geringfügig höher als 22 °C gewählt wird (1 bis 2 °C). Zur Sicherheit kann eine Rücksprache mit den Herstellern erfolgen und die Erhöhung schrittweise vorgenommen werden.

Tipp:

1 Grad höhere Raumtemperatur bedeutet ca. 4 % weniger Strombedarf für die Kühlung.

3 Wärmeezeugende Geräte räumlich konzentrieren

Wenn mit der Regelung der Klimaanlage für einzelne Räume oder Bereiche unterschiedliche Temperaturen eingestellt werden können, ist es sinnvoll zu prüfen, inwieweit sich Geräte, die Abwärme produzieren, wie z. B. Drucker, räumlich konzentrieren lassen. Idealerweise ist im Sommer eine Wärmeabfuhr direkt nach außen möglich.

Voraussetzung für diese Maßnahme ist ausreichender Platz, um die Geräte entsprechend gruppieren zu können, ohne dass Arbeitsabläufe erschwert werden. D.h., diese Maßnahme kann nur gemeinsam vom Fachpersonal und der Entscheidungsebene durchgeführt werden.

4 Bedarfgerechter Betrieb bei mehrstufigen Lüftungs- und Klimaanlage

Viele Ventilatoren sind mehrstufig, laufen aber unnötigerweise dauerhaft auf der höchsten Stufe. Manche Anlagen, insbesondere ältere, sind überdimensioniert. Hier ist oft ein Betrieb in der geringsten Leistungsstufe möglich. Dabei führt eine Verringerung des Volumenstromes um 50 % zu einer Verringerung der Leistungsaufnahme des Lüfters um 75 %. Mit dieser Maßnahme sind somit Einsparungen von bis zu 70 % bezogen auf den Stromverbrauch der Lüftung möglich.

Gering investive Maßnahmen

1 Nachtlüftung

1 Nachtlüftung

Der Klimatisierungsbedarf von Gebäuden außerhalb windgeschützter Lagen kann unter bestimmten Rahmenbedingungen durch Nachtlüftung reduziert werden. Mithilfe der kühlen Nachtluft werden die Innenwände des Gebäudes abgekühlt.

Gut geeignet für diese Lüftung sind Gebäude mit mindestens mittelschwerer Bauweise (speicherwirksame Masse von >350kg/m²). Günstig sind Sichtbetondecken und massive Wände, ungünstig dagegen Verkleidungen an Decken und Wänden.

Die Lüftung ist wirksam ab einem 3fachen Luftwechsel und Außenlufttemperaturen, die mindestens 2°C kühler als die Raumluft sind. Die Luft muss direkt an den Speichermassen vorbei strömen können.

Diese Maßnahme führt zu einer Verringerung der Tageshöchsttemperatur der Innenräume von 3-4°C. Der Strombedarf steigt nachts, dafür kann tagsüber ganz oder teilweise auf eine Kühlung verzichtet werden.

Je nach Gebäudegeometrie kann alternativ auch eine Querlüftung durch Fenster vorgenommen werden. Dabei sind die Aspekte Sicherheit, Wet-

terschutz, Lärm- und Schmutzbelastung zu berücksichtigen. Bei Lüftungsanlagen reicht es eventuell aus, nur die Abluftanlage in Betrieb zu setzen.

In der Übergangszeit kann es jedoch bei niedrigen Temperaturen zur Unterkühlung der Räume kommen, wenn keine Steuerung über Raumthermostate vorhanden ist.

Investive Maßnahmen

- 1 Sonnenschutz für Fenster
- 2 Effiziente Ventilatoren und moderne Regelungen
- 3 Nutzung von Abwärme durch Wärmerückgewinnung
- 4 Reduktion des Klimatisierungsbedarfs von EDV-Räumen
- 5 Kühlung mit Sorptionskältemaschinen
- 6 Minimierung des Lüftungs- und Klimatisierungsbedarfes durch optimierte Planung
- 7 Neue Kühlungskonzepte

1 Sonnenschutz für Fenster

Um im Sommer die Wärmelast zu reduzieren, eignen sich vor allem Sonnenschutzsysteme an den Südfenstern eines Bürogebäudes. Hierbei ist zu beachten, dass starre Systeme so angebracht sind, dass die solare Wärme im Winter dennoch möglichst gut genutzt werden kann. Erst ab einer Fensterfläche von 50 % gehen die zusätzlich nutzbaren passiven Solargewinne an Südfassaden (im Winter zur Heizung) gegen 0.

Generell gilt, dass der Raumkältebedarf immer von der Fensterfläche abhängig ist. Bei gleicher Fensterfläche steigt der Kältebedarf im Sommer jedoch stärker, als der Wärmebedarf im Winter.

Die bisher hauptsächlich eingesetzten Sonnenschutzgläser sind als Überhitzungsschutz im Sommer nicht immer ausreichend und verhindern systembedingt die Nutzung solarer Wärme im Winter.

Ein außen liegender Sonnenschutz, z. B. aus Jalousien mit unabhängig verstellbaren Lamellen im Überkopfbereich, ermöglicht einen Sonnen- und Blendschutz. Es findet im Sommer keine Wärmeabstrahlung in den Raum statt. Diese Anlagen benötigen jedoch eine Sturmsicherung.

Innen liegende Sonnenschutzsysteme haben zwar einen geringeren Wartungsaufwand, sind aber auch weniger effektiv, weil der Wärmedurchgang im Sommer nicht verhindert wird. Es kann zu erhöhter Wärmeabstrahlung je nach Absorptions- und Reflexionsverhalten des Sonnenschutzes bzw. der Verglasung kommen.

2 Effiziente Ventilatoren und moderne Regelungen

Ähnlich wie Heizungspumpen bergen Ventilatoren große Stromsparmöglichkeiten. Sie bilden das Kernstück jeder Lüftungstechnischen Anlage. In vielen Altanlagen haben diese Geräte nicht nur einen schlechten Wirkungsgrad von unter 25 %, sondern sie können häufig nur in einer oder maximal zwei Geschwindigkeitsstufen laufen.

Die Auswahl des Ventilators mit den richtigen Zu- und Abströmbedingungen trägt erheblich zur Effizienz einer Lüftungsanlage bei.

Betrachtet man die Kosten, die ein Ventilator in einem Zeitraum von 10 Jahren verursacht, so entfallen weniger als 5 % auf die Anschaffung. 90 % der Kosten resultieren aus dem Energieverbrauch (Bild 5).

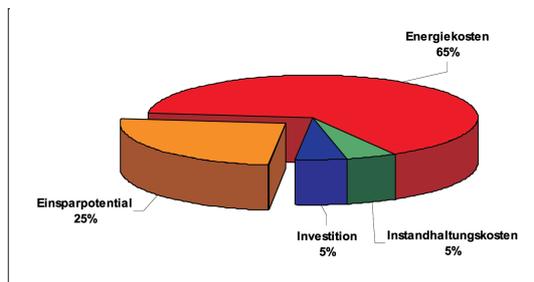


Bild 5: Kosten und Einsparpotenzial eines Ventilators (Quelle: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg)

Neben der richtigen Wahl des Ventilortyps ist auch die Regelung von Bedeutung. Eine stufenlose Regelung ermöglicht es, den Luftvolumenstrom bedarfsgerecht z. B. den Außenlufttemperaturen und der Nutzung anzupassen. Dabei ist die Drehzahlregelung wegen des geringeren Strombedarfs und geringer Geräuschentwicklung der Drosselklappenregelung oder dem Drallregler vorzuziehen. Ein Bypass zur Reduzierung des Volumenstroms ist in älteren Anlagen noch zu finden. Aus energetischer Sicht ist er nicht empfehlenswert, weil die Drehzahl nicht geändert wird und der Stromverbrauch somit in etwa konstant bleibt. Eine Drosselregelung kann unter Umständen bei kleinen Motoren energetisch günstiger sein als die Drehzahlregelung.

Beim Neubau einer Anlage kann häufig auf einen Riemenantrieb verzichtet werden, was den Wartungsaufwand verringert (Bild 5).

Bei älteren, sanierungsbedürftigen Anlagen sind Anlagenwirkungsgrade unter 25 % keine Seltenheit. Es empfiehlt sich eine Feinanalyse mit Anlageninspektion und Leistungsmessung. Einen ersten Hinweis auf die Wirtschaftlichkeit kann eine Überprüfung nach dem in Bild 7 dargestellten Schema liefern (s. nächste Seite).

Bei Anlagen mit Volumenstromreglern und Mindestvolumenströmen ist abzuschätzen, welchen Einfluss der Ventilatortausch auf die Anlage hat.

Beispiel 5 Modernisierung der Klimatisierung

Bürogebäude einer Versicherungsgesellschaft (10.000 m²), Zu-/Abluftanlage mit 2-Kanal- bzw. 4-Kanalanlagen für Klimatisierung, 10 Klimageräte; Baujahr 1976 (Bild 6).

Sanierungsmaßnahme: Austausch der Ventilatoren und Antriebsmotoren

Investitionssumme:	71.455 Eur
Stromeinsparung pro m ² :	15 kWh
Strompreis:	0,117 Eur/kWh
Verbrauchsreduktion:	33 %
Stromeinsparung:	358.000 kWh/a
Kosteneinsparung:	41.900 Eur/a
Amortisationszeit:	1,7 Jahre
CO ₂ -Reduktion:	208.000 kg/a

Quelle: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg



Bild 6: Bürogebäude einer Versicherungsgesellschaft (Quelle: H. Wieland)

Tip:
Elektromotoren weisen seit kurzem eine Wirkungsgradkennzeichnung auf. Dabei bedeuten EFF3: Standard, EFF2: höherer Wirkungsgrad und EFF1: hoch effizienter Motor. Ein hoher Wirkungsgrad bedeutet neben der geringeren Stromaufnahme eine geringere Eigenerwärmung und damit eine Reduktion der ggf. benötigten Kühlleistung.

Im Rahmen einer solchen Anlageninspektion können oft auch typische Einbau- und Anschlussfehler anderer Anlagenteile aufgedeckt werden, die sich negativ auf den Anlagenwirkungsgrad auswirken. Dies sind z. B. engmaschige Berührungsschutzgitter am Ventilatoreintritt, zu kleine Eintrittsquer-schnitte, Klappen oder Prallplatten in unmittelbarer Nähe zu Ventilatoren und Krümmung der Lüftungs-kanäle hinter dem Ventilator entgegen gesetzt zu deren Krümmung des Spiralgehäuses.

Bei Neuanlagen sind die Strömungswiderstände der Lüftungsanlage möglichst gering zu halten. Siehe dazu auch das Kapitel Minimierung des Lüftungs- und Klimatisierungsbedarfes durch optimierte Planung.

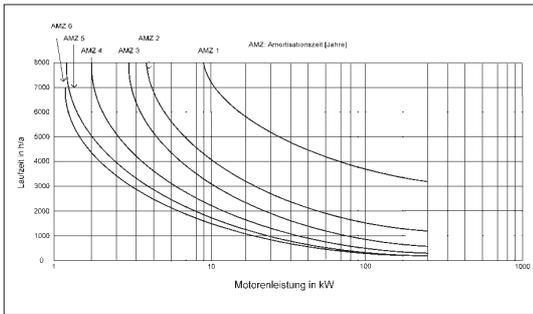


Bild 7: Einfache Abschätzung der Wirtschaftlichkeit durch Ventilatortausch
(Quelle: Landesgewerbeamt Ba-Wü)

3 Nutzung von Abwärme durch Wärmerückgewinnung

Für die Wärmerückgewinnung eignen sich besonders Lüftungsanlagen mit hohen Außenluftstraten und geringem Umluftanteil (wegen der höheren Temperaturdifferenz). Bei der Sanierung von Altanlagen lohnt es sich zu überprüfen, ob der Einbau wirtschaftlich ist.

Dabei stehen je nach technischen und baulichen Rahmenbedingungen unterschiedliche Systeme zur Verfügung, die in Tabelle 3 dargestellt sind.

Tabelle 3: Verschiedene Wärmerückgewinnungssysteme

Anlagentyp	Rückwärmezahl	Besonderheiten
Platten- oder Glattrohr-Wärmetauscher (rekuporative Verfahren mittels Wärmeleitung)	45-65%	einfacher Aufbau, kostengünstig
Kreislaufverbund-Wärmetauscher	40-70%	zur Nachrüstung geeignet, gute Regelmöglichkeiten
Wärmerohr-Wärmetauscher	35-70%	kompakte Bauweise, höherer Wartungsaufwand
Rotations-Wärmetauscher (regenerative Verfahren mittels Wärmespeicherung)	65-80%	Feuchteaustausch (gering)

Quelle: Recknagel, Sprenger, Schramek: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik

Die Rückwärmezahl, d.h. der Wirkungsgrad der Anlage, wird durch die Auslegung und Betriebsweise der Anlage beeinflusst. Beispielsweise kann die Außenlufttemperatur, ab der die Wärmerückgewinnung einsetzt, je nach Umluftanteil unterschiedlich gewählt werden. Das Optimum ist jedoch nicht immer der höchste Wirkungsgrad, sondern der höchste Netto-Energierückgewinn der Gesamtanlage.

Ein weiterer Vorteil der Wärmerückgewinnung ist, dass diese Anlagen in Spitzenlastzeiten ihre höchsten Wirkungsgrade aufweisen. Sie reduzieren dadurch in Bezug auf die Wärme (oder Kälte) die Leistungsspitzen.

Energetisch günstig ist neben der Wärme die Feuchterückgewinnung. In der Praxis können abhängig von der gewählten Technik und der Belastung der Abluft Probleme bei der Hygiene auftreten. Die Einsatzmöglichkeiten sind am Einzelfall zu beurteilen.

Tipp:

Bei größeren Neu- und Umbauten in Gebäuden mit unterschiedlichen Nutzungsbereichen und vielen Energieverbrauchern sollte gewerkeübergreifend geprüft werden, ob Ab(fall)wärme unterschiedlicher Anlagen für Heizung, Warmwasser oder Kühlung verwendet werden kann.

4 Reduktion des Klimatisierungsbedarfs von EDV-Räumen

In einer Behörde wurde durch Messung und Abschätzung der Strombedarf der EDV-Anlagen einschließlich der Kühlung der EDV-Zentrale bestimmt. Er lag bei über 32 %, wobei knapp 3/4 des Verbrauches auf die Kühlung, die Server, die unterbrechungsfreie Stromversorgung und das Netzwerk entfielen. Damit hat der Verbrauch der EDV-Anlagen eine ähnliche Größenordnung, wie die der Beleuchtung.

Ein wichtiger Punkt ist die Berechnung der Wärmelast der EDV-Zentrale als Grundlage zur Auslegung der Klimaanlage.

Häufig dienen zur Auslegung die Angaben auf den Typenschildern der EDV. In Wirklichkeit, das haben Messungen gezeigt, liegen die typischen Verbrauchswerte der EDV um ein Viertel bis ein Drittel niedriger als auf den Schildern angegeben. Ein Beispiel bestätigt dies: Zur Kühlung einer Großcomputeranlage einer Bank verlangte der Hersteller eine Kühlleistung von 1.200 kW, der Planer hingegen forderte 500 kW. Als Kompromiss einigte man sich auf 850 kW. Im Betrieb stellte sich heraus, dass der tatsächliche Bedarf bei 300 kW lag. Außerdem sind kurzfristige Überschreitungen der Temperatur z. B. in Spitzenlastzeiten in der Regel unkritisch. Da schon in der Planung der Rechnerklimatisierung ein wesentlicher Teil der späteren Stromkosten „festgelegt“ wird, ist die Berücksichtigung dieser Aspekte von entscheidender wirtschaftlicher Bedeutung. Ein für dieses Thema sensibilisierter EDV-Planer ist für die interdisziplinäre Zusammenarbeit zur Anlagensoptimierung ideal.

Möglicherweise reichen auch dezentrale Server, die untereinander vernetzt sind, aus. Durch Nutzung der richtigen Gerätearchitektur lassen sich unter bestimmten Rahmenbedingungen nachts und am Wochenende einzelne Komponenten oder die gesamte Anlage abschalten.

Je nach Größe und Kühlbedarf der EDV-Zentrale empfiehlt sich ein separates Kühlsystem. Bewährt haben sich Konzepte, die überwiegend mit freier Außenluftkühlung arbeiten können. Dadurch kann erreicht werden, dass selbst in

einem Außentemperaturbereich von 15-20°C und entsprechender Außenfeuchte keine zusätzliche Kühlung erforderlich ist.

Der Kompressor sollte bei gesplitteten Geräten (Kompressor und Verdampfer räumlich getrennt) nach Möglichkeit ein schattiges Plätzchen erhalten.

Darüber hinaus hat die Erfahrung gezeigt, dass bei bestehenden Anlagen die Luftmenge zur Lüftung häufig deutlich reduziert werden kann.

5 Kühlung mit Sorptionskältemaschinen

Bisher werden Klimaanlage hauptsächlich mit Kompressionskältemaschinen betrieben. Diese Anlagen haben einen hohen Stromverbrauch, der sich insbesondere negativ auf den Spitzenleistungsbedarf des Gebäudes auswirken kann.

Steht hingegen ausreichend Niedertemperatur-Abwärme, z. B. aus industriellen Prozessen, einem Blockheizkraftwerk, Fernwärme oder Luftkollektoren, zur Verfügung, so sind Sorptionskältemaschinen eine interessante Alternative.

Absorptionskälteanlagen benötigen keinen mechanischen Verdichter (Kompressor), sondern erzeugen Kälte mittels eines Stoffpaares, welches sich unter Wärmezufuhr trennt und unter Wärmeabfuhr vereinigt. Diese Anlagen benötigen zum Betrieb (Ab-)Wärme mit einer Temperatur von mind. 85°C.

Die Anlagen haben in der Regel höhere Investitionskosten als Kompressionskältemaschinen. Da sie Abwärme nutzen und vom Anlagenaufbau verschleiß- und wartungsärmer sind, ist ihr Betrieb wesentlich kostengünstiger, falls die Abwärme sicher, d. h. dauerhaft, zur Verfügung steht.

Weitere Anlagentypen, die andere physikalische Effekte nutzen, sind Adsorptionskältemaschinen und DEC-Anlagen (Dessicative and Evaporative Cooling). Sie werden mit Niedertemperaturwärme ab 55°C bzw. 40°C betrieben, sind allerdings noch sehr wenig verbreitet.

Die Anlagenauswahl hängt neben der Temperatur der zur Verfügung stehenden Abwärme auch von dem System für die Kälteübertragung und den Außenluftzuständen ab.

Je nach Anlagenkonfiguration ist auch eine Entfeuchtung der Luft und Wärmerückgewinnung möglich.

Tipp:
Auch konventionelle Kompressionskältemaschinen bergen Einsparpotenziale. Bestimmte Typen ermöglichen die Abschaltung und Umgehung des Verdichters bei niedrigen Außentemperaturen.

6 Minimierung des Lüftungs- und Klimatisierungsbedarfes durch optimierte Planung

Beim Neubau von Lüftungs- und Klimaanlage sind die Vorteile einer gemeinsamen Planung nicht zu unterschätzen: Die Anlagentechnik wird nicht in einen bestehenden Entwurf nachträglich „hineingeplant“, sondern zusammen mit der Gebäudegeometrie optimiert.

Dies gilt in einem etwas begrenzteren Umfang auch für die Komplettsanierung.

Erster Schritt ist in jedem Fall die Vermeidung von Wärmelasten. Prüfen Sie folgende Ansätze:

- Lässt sich der sommerliche Wärmeeintrag über die Fenster durch deren Größe und Anordnung bzw. durch eine geeignete Verschattung minimieren?
- Lässt die Verschattung genügend Tageslicht in die Räume, sodass auf die Beleuchtung verzichtet werden kann? (Vgl. Kapitel Innovative Verglasungen und Lichtlenkung)
- Ermöglicht die Gebäudehülle (Speichermassen) die verzögerte Wärmeabgabe in den Raum bzw. kann sie zur Nachtauskühlung genutzt werden?
- In welchem Umfang kann natürliche Lüftung genutzt werden?
- Kann Wärme direkt am Entstehungsort abgeführt werden?
- Können innovative Kühlkonzepte eingesetzt werden (siehe nächstes Kapitel)?

Im Idealfall kann auf eine Klimatisierung vollständig verzichtet werden. Manchmal reicht der Einsatz von dezentralen Kleinanlagen. Die Investitionskosten für die Klimaanlage können dann in Energie-sparmaßnahmen fließen. In der Regel ist dies schon alleine wegen der eingesparten Betriebskosten eine ökonomisch äußerst attraktive Lösung.

Die raumlufttechnischen Anlagen müssen bedarfsgerecht geplant werden. Dazu wird zur Berechnung der Kühllast z. B. die VDI 2078 herangezogen. Es handelt sich um ein einfaches statisches Rechenverfahren mit konstanten Raumtemperaturen und konstanten solaren Lasten. Tatsächlich benötigt aber ein Gebäude je nach Speichermasse z. B. bei einer längeren Schönwetterperiode eine gewisse Zeit, bis es sich dauerhaft aufgeheizt hat (Einschwingverhalten). Solche Aspekte werden bei diesem Verfahren jedoch nicht angemessen berücksichtigt. Systeme, die mit hohem Strahlungsanteil zur Wärmeabfuhr arbeiten (z. B. Kühldecken), werden in der Norm überhaupt nicht behandelt.

Mit fortgeschrittenen, dynamischen EDV-Verfahren lassen sich die Rahmenbedingungen wesentlich praxisnäher abbilden:

- zeitabhängiger Sollwert der Raumlufttemperatur in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Nutzungszonen,
- aktuelle Wetterdaten (Temperatur, solare Einstrahlung, Feuchte) mit Stundenwerten,
- Berücksichtigung unterschiedlicher interner und externer Wärmeeinträge durch Konvektion und Strahlung,

- Einschwingverhalten des Gebäudes über mehrere Tage,
- Einfluss von Speichermassen,
- frei definierbarer Anlagenbetrieb,
- Alternativberechnung der Raumtemperaturen nach Abschaltung der Anlagen und Häufigkeitsverteilung bestimmter Raumtemperaturen ohne Klimatisierung,
- Berücksichtigung zeitlich und örtlich unterschiedlicher Belastung durch Sonneneinstrahlung und interne Lasten ggf. im Zusammenspiel von einstrahlungsgesteuertem Sonnenschutz und/oder tageslichtabhängiger Steuerung der Beleuchtung.

Die Gebäude- und Anlagensimulation ermöglicht es, unterschiedliche Anlagenkonzepte und Nutzungsbedingungen hinsichtlich der Investitions- und Betriebskosten zu vergleichen. In diesem Planungsstadium sind die Einsparpotenziale am höchsten.

Die nächste Herausforderung ist die Konzeption der Anlage mit einem möglichst niedrigen Strömungswiderstand. Das Einsparpotenzial liegt bei 10 %. Energetisch sehr gute Anlagen kommen auf Druckverluste von 900-1.000 Pa. Dies verringert den Strombedarf der Ventilatoren erheblich.

Die einzelnen Anlagenkomponenten sollten je nach den Anforderungen sorgfältig ausgesucht und aufeinander abgestimmt werden.

Fehlt nur noch eine Regelung, die sich optimal an den Bedarf anpassen lässt. Dies ist z. B. über Luftqualitätssensoren, Anforderungstaster, Präsenzmelder, Fensterkontakte und/oder Freischaltung der Anlage zu bestimmten Zeiten möglich. Erhält das Gebäude eine Einzelraumregelung und/oder Gebäudeleittechnik, so sollten Regelgrößen, die sich gegenseitig beeinflussen, zusammen in einer Regelung integriert werden. Bei bestehenden Anlagen lohnt sich unter bestimmten Rahmenbedingungen die Nachrüstung.

Tipp:

Jede Anlagenregelung kann erst im Betrieb optimiert werden. Dies sollte bei der Auftragsvergabe eingeschlossen werden.

7 Neue Kühlungskonzepte

Die folgenden Beispiele stellen nur eine Auswahl innovativer direkter und indirekter Kühlungskonzepte dar.

Welche Systeme oder auch welche Systemkombinationen im Einzelfall sinnvoll sind, lässt sich nur von Fachleuten bestimmen.

Wärmelasten können durch den Einbau von Speichermassen aufgefangen werden (Bild 8). Es kann sich dabei um Sichtbeton-, Ziegel- und Lehmwände handeln oder um Steinfußböden. Sie speichern im Sommer am Tag die Wärme

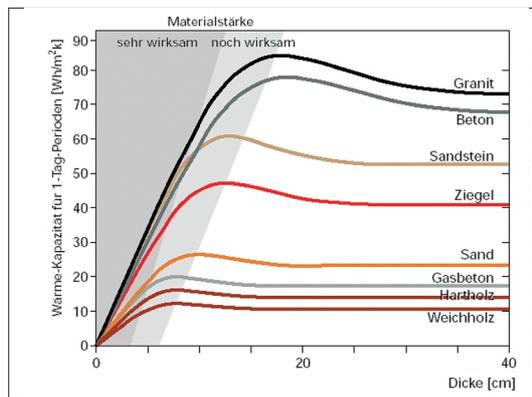


Bild 8: Speicherwirkung von Bauteilen: Einfluss des Materials und der Einbaustärken (Quelle: Wuppertal Institut)

und geben sie nachts wieder ab. Diese Systeme sind ideal in Kombination mit einer Nachtkühlung.

Durch den Abbau von Verkleidungen oder die Anbringung von Vorsatzschalen lassen sich diese Systeme auch in Altbauten einsetzen.

Zu empfehlen sind Wandmassen mit einem Gewicht von mehr als 400kg/m^2 Wandfläche. Die Decke kann als Speichermasse aktiviert werden, wenn akustische Deckenverkleidungen nicht vollflächig angebracht werden.

Im günstigsten Fall lässt sich durch diese Maßnahmen die Anzahl der Stunden mit Raumtemperaturen über 26°C halbieren.

Die Effektivität dieser Speicherung kann durch Betonkernkühlung zusätzlich erhöht werden. Sie ist eine Alternative zur nächtlichen Lüftung und hat einen höheren Wirkungsgrad als diese. Dabei wird durch einbetonierte Kühlrohre die Wärme abtransportiert. Das System ist allerdings schwer regelbar.

Erdwärmetauscher ermöglichen im Winter die Vorerwärmung und im Sommer die Vorkühlung der Zuluft. Die Leistung solcher Systeme ist von der Bodenbeschaffenheit abhängig. Man kann damit die Spitzenleistung reduzieren und verhindert bei richtiger Auslegung die Vereisung des Wärmerückgewinners. Dadurch kann auf das Heizelement verzichtet werden. Für die Übergangszeit ermöglicht ein Bypass die Umgehung des Erdwärmetauschers. Frühzeitig geplant kann der Erdwärmetauscher Kosten sparend in der Baugrube verlegt werden. Unerlässlich ist die sachgemäße Planung und Ausführung, um spätere Geruchs- und Keimbildung zu verhindern.

Zur Gruppe der „stillen Kühlung“ gehört die Schwerkraftkühlung. Das selbstregelnde System arbeitet ohne maschinelle Lüftung. Die Luft wird mittels senkrechter Kühlkonvektoren an der Wand großflächig abgekühlt. Die Kühlleistung ist auf 100W/m^2 begrenzt, da sonst zu große

Temperaturunterschiede zwischen Boden und Decke auftreten. Das System zeichnet sich durch geringe Investitions- und Betriebskosten aus, benötigt allerdings viel Platz u.a. für gedämmte Kühlschächte und begehbare Luftdurchlässe. Eine fachlich versierte Planung verhindert Schwitzwasserbildung und zu hohe Luftgeschwindigkeiten.

Büro- und andere Elektrogeräte

Lange Zeit hatte die Beleuchtung den höchsten Anteil am Stromverbrauch in Bürogebäuden. Inzwischen ist der Stromverbrauch von Informations- und Kommunikationstechnologie zum Teil ähnlich hoch geworden. Besonders zu Buche schlagen hier die Leerlaufverluste (Bild 9).

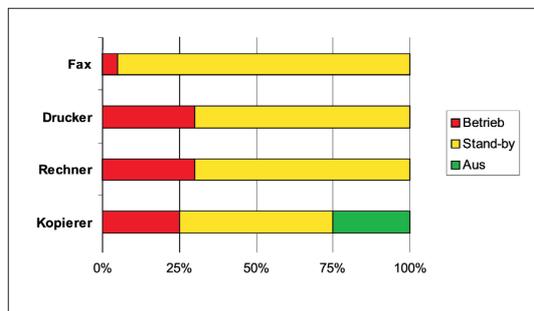


Bild 9: Energieverbrauch nach Betriebszuständen (Quelle: Fraunhofer ISI)

Entweder aus Unkenntnis oder weil für den Nutzer gar nicht offensichtlich, ziehen die Geräte Strom, ohne dass sie gebraucht werden. Die Einsparmaßnahmen reichen von kleinen Handgriffen bis hin zur Anschaffung von Neu-geräten, die bestimmte Einsparnormen erfüllen. Aber auch bei den „unscheinbaren“ Elektrogeräten in Büro- und Verwaltungsgebäuden wie Kaffeemaschine, Kühlschrank und Aufzug lässt sich Geld sparen.

- Nutzerverhalten**

 - 1 Auf Bildschirmschoner verzichten bzw. einfache Bildschirmschoner verwenden
 - 2 Konsequentes Abschalten von Bürogeräten in Pausen und nach Arbeitsende
 - 3 Sparsam kopieren
 - 4 Sparschalter am Gerät nutzen
 - 5 Steckernetzteile nach Arbeitsende vom Netz trennen
 - 6 Möglichst auf den Aufzug verzichten
 - 7 Kaffeemaschine mit Thermoskanne nutzen
 - 8 Kühlschränke regelmäßig abtauen

1 Auf Bildschirmschoner verzichten bzw. einfache Bildschirmschoner verwenden

Bildschirmschoner schützen zwar den Monitor vor Schäden, aber insbesondere animierte Bildschirmschoner erbringen keinen Beitrag zur Energieeinsparung. Auf allen PC sollte ein einfacher, nicht animierter möglichst dunkler und kontrastarmer Bildschirmschoner - am besten ein schwarzer Bildschirm - eingerichtet werden, denn:

- Monitore benötigen zur Darstellung hellerer Flächen mehr Energie als für dunkle Flächen.
- Der Prozessor muss für den (animierten) Bildschirmschoner Rechenarbeit leisten, teilweise sogar mehr als für eine MS-Word oder Excel-Anwendung.

Ist das Powermanagement aktiviert, ist ein Bildschirmschoner gänzlich überflüssig (siehe Organisatorische Maßnahmen Nr. 1).

2 Konsequentes Abschalten von Bürogeräten in Pausen und nach Arbeitsende

Abschalten ist die einfachste und kostengünstigste Methode, um den Stromverbrauch von Bürogeräten zu vermindern. Bei PC und Monitoren lässt sich der Verbrauch in den Leerlaufzeiten durch konsequentes Abschalten bei Nichtbenützung um 10 % bzw. um zwei Drittel senken. Hierfür sollten Monitore schon bei 10 minütiger Abwesenheit ausgeschaltet werden. Da PCs nach dem Ausschalten wieder hochgefahren werden müssen, sollten sie erst ab einer Abwesenheitsdauer von einer Stunde ausgeschaltet werden, denn sonst wird der Arbeitsablauf zu sehr gestört.

Es hält sich die weit verbreitete Meinung, dass häufiges Ein- und Ausschalten die Lebensdauer der Geräte wesentlich verkürzt. Dass dem nicht so ist, zeigte ein Bericht des Schweizer Bundesamtes für Energie. Demnach lassen die von den Herstellern verwendeten Komponenten eine deutliche höhere Anzahl von Schaltzyklen zu, als dies im Rahmen der üblichen Nutzungsdauer auch bei energiebewusstem Ein- und Ausschalten der Fall ist. So verträgt ein Arbeitsplatzcomputer bei einer angenommenen Nutzungszeit von fünf Jahren durchschnittlich knapp 100 Schaltvorgänge pro Tag, ohne dass es – statistisch gesehen – zu einem Ausfall aufgrund der vielen Schaltvorgänge kommt.

3 Sparsam kopieren

Größere Kopierer bieten die Funktion „beidseitig kopieren“ an oder lassen eine Verkleinerung von zwei Druckseiten auf eine Papierseite zu. Diese Möglichkeit sollte vor allem bei Arbeitsausdrucken genutzt werden.

Ein Fach der Papierzufuhr kann auch mit Schmierpapier belegt werden. Dieses Fach müsste dann entsprechend gekennzeichnet werden.

Falls in einem Büro noch Arbeitsplatzdrucker verwendet werden, sollte überlegt werden, ob diese nicht durch meist deutlich leistungsfähigere Netzwerkdrucker ersetzt werden können. Voraussetzung hierfür ist natürlich eine einfache Vernetzungsmöglichkeit.

4 Sparschalter am Gerät nutzen

Einige Bürogeräte verfügen über Sparschalter am Gerät. Mithilfe des Sparschalters lässt sich ein Bürogerät direkt in den Stand-by-Modus schalten, ohne die sonst übliche Wartezeit, die das Gerät benötigt, um zu erkennen, dass es sich im Leerlauf befindet.

Die Akzeptanz des Sparschalters wird von verschiedenen Punkten beeinflusst, u. a.:

- Schnelle Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft auf eine Benutzeranforderung hin
- Einfache Bedienung; der Schalter muss gut erkennbar sein.

5 Steckernetzteile nach Arbeitsende vom Netz trennen

Energieverluste durch Steckernetzteile lassen sich im Büro wirkungsvoll durch Steckerleisten mit einem Netzschalter verhindern. Alle Geräte, die nach Arbeitsende abgeschaltet oder deren Steckernetzteile vom Stromnetz getrennt werden sollen, werden auf eine Mehrfachsteckerleiste gesteckt und können so zentral mit einem Schalter bedient werden. Auf diese Weise lassen sich auch die Transformatoren von Halogenlampen vollständig vom Netz trennen. Dies gilt auch für einige PC, denn aufgrund geringerer Produktions-

kosten sind die Ausschalter dieser PCs hinter dem Netzteil angebracht. Somit steht das Netzteil ständig unter Strom und benötigt eine Leistung von bis zu 5 W.

6 Möglichst auf den Aufzug verzichten

Drei bis vier Etagen (je nach Fitness) zu Fuß zu erklimmen sollte machbar sein, ist gesundheitsfördernd – und oft schneller.

7 Kaffeemaschine mit Thermoskanne nutzen

Wenn der Kaffee fertig ist, sollte die Kaffeemaschine ausgeschaltet werden. Der heiße Kaffee gehört in die Thermoskanne und nicht auf die Warmhalteplatte. Noch wichtiger aber ist, dass nicht mehr gekocht wird, als später getrunken wird.

Beispiel 7 Kaffeemaschine mit Thermoskanne

Maßnahme: Ersatz einer Kaffeemaschine mit Warmhalteplatte durch eine Kaffeemaschine mit Thermoskanne (TK).

Mehrkosten TK:	15 Eur
Leistung Warmhalteplatte:	75 W
Zeit Warmhalten:	5 h/Tag
Arbeitstage	220
Strompreis:	0,15 Eur/kWh
Stromeinsparung:	82,5 kWh/a
Kosteneinsparung:	12,40 Eur/a
Amortisationszeit:	1,2 Jahre
CO ₂ -Reduktion:	48 kg/a

Beispiel 6 Vermeidung von Schein-Aus-Zuständen

Stromverluste bei Schein-Aus-Zuständen¹ durch schaltbare Steckleiste minimieren. Ein PC und eine Bürolampe insgesamt mit einer Schein-Aus-Leistung von 5 W.

Investitionssumme:	5 Eur
Schein-Aus-Leistung:	5 W
Schein-Aus-Zeit:	6.000 h/a
Strompreis:	0,15 Eur/kWh
Stromeinsparung:	30 kWh/a
Kosteneinsparung:	4,5 Eur/a
Amortisationszeit:	1 Jahr
CO ₂ -Reduktion:	17 kg/a

¹ Schein-Aus: Das Gerät ist ausgeschaltet (erfüllt keine Funktion), verbraucht aber dennoch Strom.

Tipp:

Wer sein Laptop wie ein Desktop ständig ans Netz angeschlossen lässt und nicht regelmäßig für eine vollständige Entleerung der Akkus sorgt, verkürzt deren Lebensdauer. Nach Ende des Ladevorgangs sollte das Steckernetzteil wieder vom Netz getrennt werden.

8 Kühlschränke regelmäßig abtauen

Eine dickere Eisschicht im Gefrierfach muss von Zeit zu Zeit entfernt werden. Es sollte überprüft werden, ob die Tür noch richtig schließt (Dichtungsgummi defekt? Fach zu voll?).

Bei einer Schichtstärke von fünf Zentimetern verdoppelt sich der Stromverbrauch!

Organisatorische Maßnahmen

- 1 Powermanagement bei Bürogeräten nutzen
- 2 Bei Anschaffungen von Elektrogeräten auf Energieverbrauch / Labeling achten
- 3 Aufstellungsort von Kaltgetränkeautomaten überprüfen
- 4 Getränkeautomaten nachts und an arbeitsfreien Tagen abschalten

1 Powermanagement bei Bürogeräten nutzen

Das Powermanagement schaltet Funktionen, die im Leerlaufbetrieb nicht länger benötigt werden, nach einer (voreinstellbaren) Zeit ab und senkt somit den Stromverbrauch der Geräte.

Um die optimale Konfiguration des Powermanagements eines PC herauszufinden, kann ein Zeitaufwand von einer bis zu drei Stunden erforderlich sein. Unter Umständen müssen die geänderten Einstellungen jeweils getestet und die Arbeitsfähigkeit des PC unter dem Powermanagement sichergestellt werden. Für die Einstellung des Powermanagements an weiteren PCs muss dann etwa ein Zeitaufwand von 5 bis 10 Minuten einkalkuliert werden.

Für Unternehmen und öffentliche Einrichtungen lohnt es sich auf jeden Fall, beim Kauf von neuen Computern bereits festzulegen, wie das Powermanagement konfiguriert sein soll und die Konfiguration durch den Lieferanten vornehmen zu lassen.

Die Einstellungen des Powermanagements bei Kopierern, Druckern, Scannern und ähnlichen Geräten sind in der Regel wesentlich unproblematischer. Einstellen ist in der Regel nur die Zeitspanne, nach der das Gerät in den Stand-by – und (falls vorhanden) dann in den Sleep-Modus (Gerät an, Heizung abgeschaltet, vor nächster Kopie Aufwärmzeit notwendig) geschaltet werden soll.

2 Bei Anschaffungen von Elektrogeräten auf Energieverbrauch / Labeling achten

Die Auswahl von Geräten mit Blick auf einen geringen Energieverbrauch ist ein geringer organisatorischer Mehraufwand, der jedoch in vielen Fällen keine Mehrkosten hervorruft. Effiziente Geräte sind nicht zwangsläufig teurer als durchschnittliche Neugeräte mit vergleichbaren Leistungsmerkmalen.

Informationen über effiziente Bürogeräte liefert z. B. die Gemeinschaft Energielabel Deutschland (GED, siehe Bild 10).

Ihre Anforderungen an die Geräte sind deutlich schärfer als andere, z. B. der weit verbreitete „Energy Star“. Weitere Adressen sind im Anhang aufgelistet.

Die durch den Energieverbrauch entstehende Abwärme der Geräte muss mit einem hohen Energieaufwand und damit den verbundenen Investitions- und Betriebskosten wieder aus dem Gebäude entfernt werden. Bürogeräte setzen bis zu 60 % der thermischen Belastung in Gebäuden frei. In einigen Fällen kann durch die Auswahl energiesparender Bürotechnik auf eine Klimatisierung der Büroräume verzichtet werden.

3 Aufstellungsort von Kaltgetränkeautomaten überprüfen

Stellen Sie Kaltgetränkeautomaten an kühlen Orten auf – vermeiden Sie direkte Sonneneinstrahlung, da dadurch der Energiebedarf für Kühlzwecke unnötig erhöht wird.

4 Getränkeautomaten nachts und an arbeitsfreien Tagen abschalten

Getränkeautomaten müssen nicht durchgängig betrieben werden, sondern können über Nacht und an arbeitsfreien Tagen ausgeschaltet sein. Sie müssen nur rechtzeitig vor Arbeitsbeginn wieder aktiviert werden.

Dies lässt sich an manchen Automaten elektronisch programmieren. Ist dies nicht möglich, ist ein Vorschaltgerät notwendig (siehe „Gering investive Maßnahmen“ Nr. 1 und 2).

Beispiel 8 Getränkeautomat mit Zeitschaltuhr

Maßnahme: Zeitschaltuhr an einem Getränkeautomaten (warm oder kalt) anbringen (Nachtabstaltung).

Investition:	20 Eur
Strompreis:	0,15 Eur/kWh
Stromeinsparung:	700 kWh/a
Kosteneinsparung:	105 Eur/a
Amortisationszeit:	2,5 Monate
CO ₂ -Reduktion:	400 kg/a

Quelle: Umweltbehörde Hansestadt Hamburg

Gering investive Maßnahmen

- 1 Energiespargeräte (Zusatzgeräte) einsetzen
- 2 Schaltuhren / Memo-Switch-Geräte einsetzen
- 3 Schaltbare Steckerleisten installieren
- 4 Steuerung der Beleuchtung von Aufzügen
- 5 Intelligentes Fahrten-Management für Aufzüge

1 Energiespargeräte (Zusatzgeräte) einsetzen

Energiespargeräte überwachen den Zustand des abzuschaltenden Bürogerätes und trennen es nach einer einstellbaren Zeit vom Stromnetz, wenn erkannt wird, dass eine Leerlaufphase eingetreten ist. Energiespargeräte werden zwischen die Steckdose und den Netzstecker des Bürogerätes gesteckt.

Mögliche Einsatzbereiche für Energiespargeräte sind:

- Computermonitore, die nicht über den PC in den Stand-by-Modus geschaltet werden können oder die über kein eigenes Powermanagement verfügen
- Computerarbeitsplätze, an denen das Powermanagement aus betrieblichen Gründen nicht aktiviert wurde
- Drucker, insbesondere solche mit hohen Leer-



Bild 10: Energielabel
(Quelle: GED)

laufverlusten (z. B. Laserdrucker). Beim Einsatz von Energiespargeräten in einem Netzwerk muss die Funktionsfähigkeit von Fall zu Fall geprüft werden

- Kopierer
- Faxgeräte.

Installation und Konfiguration benötigen pro Gerät einen Zeitaufwand von ca. 10 bis 20 Minuten (einschließlich der Benutzereinweisung).

Die Zusatzgeräte werden in der Regel unter den Namen „Power Safer“ und „ECO Man“ vertrieben.

Tipp:

In vielen Fällen kann man auch eine zentrale Abschaltung der Geräte, die nach Büroschluss nicht mehr benötigt werden, vornehmen. Dies kann beispielsweise auf Flurebene geschehen. Hierzu muss der Stromkreis im Flur in einen abschaltbaren (für PCs etc.) und einen nicht abschaltbaren Zweig (für Notbeleuchtung, Server etc.) aufgeteilt werden. Siehe auch Beispiel 9.

Beispiel 9

Zentrale Stromabschaltung (etagenweise)

Maßnahme: Zentrale Stromabschaltung (21 – 6 Uhr), die für einzelne Geräte (Kühlschrank, Server etc.) überbrückt werden kann. Alle Werte pro Etage

Investition:	200 Eur
Strompreis:	0,13 Eur/kWh
Stromeinsparung:	10.800 kWh/a
Kosteneinsparung:	1.400 Eur/a
Amortisationszeit:	<2 Monate
CO ₂ -Reduktion:	6.200 kg/a

Quelle: Vereinsbank Victoria Bauspar AG

2 Schaltuhren / Memo-Switch-Geräte einsetzen

Sind die Nutzungszeiten für ein Gerät bekannt und relativ fix, kann eine Zeitschaltuhr den Betrieb regeln. Das Gerät ist dann nur zu bestimmten Zeiten ans Netz angeschlossen. Darauf müssen die Nutzer hingewiesen werden. Falls das Gerät gelegentlich außerhalb dieser Zeit genutzt werden muss, muss den Nutzern erklärt werden, wie sie die Zeitschaltuhr dafür ab- und wieder anschalten können. Ein schriftlicher Hinweis direkt neben der Zeitschaltuhr ist sinnvoll.

Sind die Zeiten nicht genau bekannt oder variieren, bietet sich der Einsatz eines Memo-Switch-Gerätes an. Dabei handelt es sich um selbstlernende Sparschaltungen. Die Geräte kommen besonders bei Kopierern und Getränkeautomaten zum Einsatz. Das Einsparpotenzial liegt hier zwischen 40 und 70 %.

3 Schaltbare Steckerleisten installieren

Steckerleisten sollten nur mit Netzschalter angeschafft werden (ggf. zentral für den Betrieb, um Kostenvorteile zu erzielen). In enger Absprache mit den Nutzern können diese dann in den Büros eingesetzt werden (siehe Nutzerverhalten Nr. 5).

4 Steuerung der Beleuchtung von Aufzügen

Da die Kabinenbeleuchtung nur benötigt wird, wenn sich Leute in der Kabine befinden, bietet es sich an, diese über einen Bewegungsmelder anzusteuern. Je weniger der Aufzug frequentiert wird, desto höher ist der Einspareffekt.

5 Intelligentes Fahrten-Management für Aufzüge

Beim Start verbrauchen Aufzüge den meisten Strom. Dies kann durch entsprechendes Fahrten-Management reduziert werden. Verschiedene Sammel-Betriebsmodi benötigen weniger Strom als ein geschlossener Betriebsmodus (bei Aufzügen mit nur einem Getriebe). Stehen mehrere Aufzüge zur Verfügung, kann man ein Supervisionssystem nutzen, um die Fahrten zu optimieren.

In Gebäuden mit drei bis fünf Etagen kann die Geschwindigkeit des Aufzuges z. B. von 1 m/s auf 0,63 m/s herabgesetzt werden. Dies reduziert den Stromverbrauch um 33 %.

Technische Maßnahmen

- 1 Elektronisch variable Geschwindigkeitsregelung der Aufzüge
- 2 Architektonische Anreize zur Benutzung der Treppe
- 3 Computer-Management im Netzwerk
- 4 Stromlastmanagement

1 Elektronisch variable Geschwindigkeitsregelung der Aufzüge

Beim Neubau sollten Aufzüge mit frequenzgeregelten Antrieben selbstverständlich sein. Sie haben geringere Wartungskosten und einen höheren Komfort.

Die Sanierung lohnt sich nur ab einer bestimmten Nutzungshäufigkeit. Die Strombedarfsreduktion liegt bei ca. 30 %, die Leistungsspitze wird ebenfalls um 30 % verringert. Je höher das Gebäude, um so größer ist die Einsparung.

2 Architektonische Anreize zur Benutzung der Treppe

Diesem Ansatz wurde bisher bei der Neubauplanung wenig Aufmerksamkeit beigemessen. Dabei ist es eine echte architektonische Heraus-

forderung, die Treppe visuell einladend in den Vordergrund zu rücken und die Aufzüge im Hintergrund zu belassen (Bild 11).



Bild 11: Treppe rückt Aufzug in den Hintergrund (Quelle: Detlef Hennings)

3 Computer-Management im Netzwerk

Bei Betrieb und Neueinrichtung von Computernetzwerken sollte ein Auge auf Strom sparende Alternativen geworfen werden (z. B. effiziente Netzteile, LCD-Monitore, lüfterlose Grafikkarten).

Nur die Hälfte der elektrischen Energie wird direkt an den Arbeitsplätzen verbraucht. Der Rest entfällt auf die Netzwerkrechner.

Häufig müssen zur „Software-Wartung“ oder Datensicherung PC-Administratoren über das Netz auf alle Rechner zugreifen können. Geräte, die ein Netzwerk definiert abschalten und auch wieder hochfahren können, sind noch in der Entwicklung.

Deshalb sollten zusammen mit den EDV-Fachleuten Möglichkeiten überprüft werden, wie die Laufzeiten von Netzwerk und Arbeitsplatzcomputern, z. B. durch entsprechende Software oder durch Speicherung der Daten im Netz, reduziert werden können. In diesem Fall können die Arbeitsplatz-PCs nach Arbeitsende abgeschaltet werden und müssen nicht zwecks Datensicherung im Stand-by Betrieb verharren. Bei 100 PCs führt dies zu einer Strom einsparung von 22.000 kWh pro Jahr abzgl. des Verbrauchs für den zentralen Festplattenserver.

4 Stromlastmanagement

In Gebäuden mit unterschiedlichen Nutzungsbereichen, wie z. B. Kantinen, Produktion, Prüflaboren usw., kann der Einsatz eines Stromlastmanagement ein großes finanzielles Einsparpotenzial erschließen. Sondervertragskunden können dadurch die Höhe des Leistungspreises beeinflussen.

Der Lastabwurf wird automatisch gesteuert, wobei unterschiedliche Prioritäten berücksichtigt werden. Damit ist sichergestellt, dass z. B. sicherheitsrelevante Maschinen jederzeit einsetzbar sind.

Eigenstromerzeugungsanlagen können besser ausgenutzt werden. Mit dieser Maßnahme wird jedoch keine Energie eingespart.

Heizung und Warmwasser

Dieses Kapitel enthält nur Informationen zum Nutzerverhalten und Hinweise zu stromrelevanten organisatorischen und investiven Maßnahmen. Wärmeseitige technische Maßnahmen werden nicht behandelt.

Nutzerverhalten

- 1 In Heizperioden Türen und Fenster schließen
- 2 Richtiges Lüften (Stoßlüftung)
- 3 Verzicht auf elektrische Zusatzheizungen
- 4 Absenkung der Raumtemperatur (richtige Wahl der Raumtemperatur)
- 5 Thermostatventile richtig einsetzen
- 6 Berücksichtigung interner und externer Wärmequellen
- 7 Wärmestau bei Heizkörpern vermeiden

1 In Heizperioden Türen und Fenster schließen

Besonders außerhalb der Arbeitszeiten oder in nicht genutzten Räumen sollte überprüft werden, ob die Fenster und Türen geschlossen sind. Je nach Nutzung der Räume können einige Stunden vergehen, bis das Reinigungspersonal kommt, welches in der Regel angewiesen ist, die Fenster zu schließen. Außerdem werden viele Gebäude nicht oder nicht mehr täglich gereinigt. Nutzer sollten darauf aufmerksam gemacht werden - aber sicher nicht mit einem Schild „Machen Sie das Fenster zu!“. Das wirkt rechthaberisch und klingt nach „Betreten verboten!“. Siehe hierzu das Kapitel Anleitung zur Umsetzung.

2 Richtiges Lüften (Stoßlüftung)

Stoßlüftung (Fenster ganz auf und nicht nur auf Kippstellung) ist für Räume bis ca. 80 m² geeignet, darüber hinaus ist der schnelle Luftaustausch nicht gewährleistet. Je nach Raumgröße sind Lüftungszeiten bis maximal zehn Minuten zu empfehlen. Die Möglichkeit, Durchzug zu schaffen, verkürzt die Lüftungszeit. In der kurzen Lüftungszeit geben die Einrichtungsgegenstände noch nicht Ihre gespeicherte Wärme ab und tragen so nach Beendigung des Lüftungsvorgangs zum schnelleren Aufheizen der Raumluft bei.

3 Verzicht auf elektrische Zusatzheizungen

Auf elektrische Zusatzgeräte sollte zur Beheizung von Räumen nach Möglichkeit verzichtet werden. Heizen mit Strom verursacht einen wesentlich höheren Primärenergieverbrauch als Heizen mit Gas oder Heizöl, da durch Produktion und Transport des Stromes bereits Verluste entstehen.

Wird ein Heizlüfter mit einer typischen Leistung von 2 kW eine Stunde pro Tag in der Heizperiode

betrieben, so ergibt sich ein Stromverbrauch von 300 kWh/a. Dieser Stromverbrauch führt zu einem Primärenergieverbrauch von etwa 900 kWh. Ein Gas- oder Ölbrenner bräuchte für die gleiche Wärmemenge nur 320 bis 350 kWh.

Das Problem ist, dass elektrische Zusatzheizungen dann zum Einsatz kommen, wenn die Nutzer mit der maximalen Raumtemperatur nicht zufrieden sind. Hier sind offene Gespräche notwendig. Die Ursachen können z. T. leicht behoben werden, z. B. wenn die Heizung einfach nur zugestellt ist, können andererseits aber auch aufwendig sein (z. B. Heizungsanlage optimieren, Dichtigkeit der Fenster verbessern).

4 Absenkung der Raumtemperatur (richtige Wahl der Raumtemperatur)

Die Normtemperaturen (Tabelle 4) sollten auch den Nutzern bekannt gegeben werden, da sie bei Einzelraumregelungen ihre Raumtemperatur selbst bestimmen können. Damit wird erreicht, dass der Nutzer die Normtemperaturen bewusst überschreitet und nicht unbewusst höhere Temperaturen wählt, weil er denkt dass das wohl richtig ist.

Tabelle 4: Innentemperaturen für beheizte Räume in Bürogebäuden nach DIN 4701

Bürräume	
* während der Nutzung	20 °C
* bei Nutzungsbeginn	19 °C
Flure und Treppenhäuser	
* üblicherweise	12 °C
* bei zeitweiligem Aufenthalt	15 °C
Toiletten	15 °C
Nebenräume	15 °C
Sitzungssäle	
* während der Nutzung	20 °C
* bei Nutzungsbeginn	19 °C
Quelle: DIN 4701	

Der richtige Umgang mit dem Thermostatventil wird in der nachfolgenden Maßnahme beschrieben. Die Wahl der Temperatur hängt immer eng mit dem Lüftungsverhalten, der Wahl der Kleidung und den zusätzlichen Wärmequellen zusammen. In jedem Raum sollte ein einfaches Thermometer aufgehängt werden, damit die Mitarbeiter selbst die Raumtemperatur überprüfen können. Die Anschaffungskosten sind bei großer Stückzahl gering (ca. 1 Eur pro Stück).

5 Thermostatventile richtig einsetzen

Glücklicherweise sind in vielen Gebäuden bereits Thermostatventile installiert. Als Mieter von Nichtwohngebäuden hat man nach §12 der Energieeinsparverordnung sogar einen Nachrüstungsanspruch, wenn keine andere raumweise, selbsttätig wirkende Regelung der Temperatur vorhanden ist.

Vielen Nutzern ist die genaue Funktionsweise dieser Ventile allerdings unbekannt.

Im Kopf des Ventils befindet sich ein wärmeempfindliches Ausdehnungselement, welches über einem Übertragungsstift das Ventil schließt (Bild 12).

Die Stellung des Einstellungsknopfes entscheidet darüber, bei welcher Raumtemperatur (in Ventiltiefe) das Ventil geschlossen wird. Die Stellung 3 entspricht ungefähr 20 °C. Je nach den örtlichen Rahmenbedingungen wird diese Raumtemperatur auch in der Stellung 2 oder 4 erreicht. Die Einstellung auf 5 bewirkt keine schnellere Aufheizung des Raumes, sondern eine Überhitzung, da das Ventil erst bei ca. 24 °C schließt. Sind die morgendlichen Raumtemperaturen zu niedrig, sollte die Stelle, die für die Einstellung der zentralen Heizungsregelung zuständig ist, informiert werden. Eine elegante Lösung ist die programmierbare Einzelraumregelung, mit der individuelle Temperaturprofile erzeugt werden können.



Bild 12: Längsschnitt durch ein Thermostatventil (Quelle: Fa. Heimeier)

Tipp:

Bei der Nachrüstung von Thermostatventilen in älteren Gebäuden mit Anbauten aus unterschiedlichen Baujahren sollten ein hydraulischer Abgleich (die Bestimmung der optimalen heizkörperspezifischen Durchflussmenge) vorgenommen und ggf. voreingestellte Ventile eingebaut werden. Sonst kann es zu Problemen bei der Regelung kommen.

6 Berücksichtigung interner und externer Wärmequellen

Nicht nur die Heizung trägt zur Beheizung eines Gebäudes bei, sondern auch Menschen, Maschinen, Bürogeräte, Beleuchtung und die direkte Sonneneinstrahlung.

In Räumen mit hoher technischer Ausstattung, wie EDV- und Telefonzentralen, sowie in Räumen, die von vielen Menschen genutzt werden, z. B. Hörsäle, Kantinen, Gasträume, Besprechungszimmer usw., kann die Heizung entsprechend früh heruntergeregelt und in vielen Fällen ganz abgeschaltet werden.

Die Berücksichtigung interner und solarer Wärmequellen entfällt, wenn der Raum mit einem Thermostat überwacht wird. Dies kann ein Thermostatventil, ein Raumthermostat, aber auch Gebäudeleittechnik mit Einzelraumregelung sein.

7 Wärmestau bei Heizkörpern vermeiden

An manchen Stellen sind die Heizkörper mit Möbeln zugestellt oder befinden sich hinter einer Verkleidung. Das hat zwei Auswirkungen. Zum einen kann die Wärme nicht richtig in den Raum abgestrahlt werden. Dies ist besonders bei Heizkörpern der Fall, die einen hohen Strahlungsanteil besitzen, wie Gliederheizkörper und einreihige Plattenheizkörper. Zum anderen schließt sich das Thermostatventil, bevor im Raum die Solltemperatur erreicht wird, da die Umgebungsluft am Ventil wesentlich wärmer ist.

Organisatorische Maßnahmen

- 1 Drehzahl der Heizungspumpen verringern
- 2 Nachtabschaltung

1 Drehzahl der Heizungspumpen verringern

Viele Heizungspumpen sind überdimensioniert. Mehrstufige Pumpen können häufig in einer niedrigeren Stufe betrieben werden. Der Raum, der im Heizkreis am weitesten entfernt ist, sollte dabei auf ausreichende Beheizung überprüft werden. Die voreingestellten Betriebszeiten von geregelten Pumpen sind meistens zu hoch.

Tipp:

Das Verhältnis Strombedarf zu Förderleistung der Heizungspumpe ist nicht linear. Das heißt, eine Reduzierung der Förderleistung um z. B. 30 % hat eine wesentlich höhere Reduktion des Stromverbrauchs zur Folge (etwa 50 %).

2 Nachtabschaltung

Moderne Heizungsregelungen können die Heizung ab einer bestimmten Außentemperatur nachts abschalten, was die Pumpen einbeziehen sollte. Häufig ist diese Schaltung aber nicht aktiviert. Über Temperaturmessungen kann das Abkühlverhalten des Gebäudes überprüft werden. Alternativ wird die Temperatur vom bereits installierten Raumfühler überwacht. Diese Schaltung sollte nach Möglichkeit genutzt werden.

Läuft die Anlage nur mit Nachtabsenkung, so wird lediglich die Vorlauftemperatur abgesenkt. Da nun die an den Thermostatventilen eingestellten Temperaturen in den Räumen nicht mehr erreicht werden, öffnen sich diese, geben die Wärme an den Raum ab und sorgen für ein zu hohes Temperaturniveau über Nacht.

Verfügt die Regelung über keine Aufheizoptimierung, so muss manchmal die Umstellung auf den Tagesbetrieb etwas früher erfolgen.

Gering investive Maßnahmen

- 1 Zeitschaltuhr für große elektrische Warmwasserboiler
- 2 Anforderungsautomatik für 5-Liter-Untertischgeräte
- 3 Reduzierung der Durchflussmengen

1 Zeitschaltuhr für große elektrische Warmwasserboiler

In Gebäuden ohne zentrale Warmwasserbereitung fristen sie oft ein verstecktes Dasein und werden hauptsächlich von den Reinigungskräften benutzt: elektrisch betriebene Warmwasserboiler ab 10 Liter.

Technische Maßnahmen

- 1 Einbau von drehzahlgeregelten Pumpen
- 2 Steuerung der Zirkulationspumpe

In der Regel sind sie mit einer eigenen Sicherung abgesichert und laufen, über Thermostate geregelt, 24 Stunden in Bereitschaft. Steht ein moderner Schaltschrank zur Verfügung, so lässt sich dort mit geringem Aufwand eine Wochenzeitschaltuhr einbauen. Je nach Größe reicht es aus, den Speicher einmal vor Beginn der Gebäudereinigung aufzuheizen. Dadurch lässt sich eine Einsparung von mindestens 10 % erreichen. Die Uhr sollte zweimal pro Jahr kontrolliert und ggf. auf Sommer- bzw. Winterzeit umgestellt werden. Durch eine Sperrung zu Starklastzeiten (z. B. 9-11 Uhr) lässt sich ggf. auch der Leistungspreis für den Strombezug senken.

2 Anforderungsautomatik für 5-Liter-Untertischgeräte

Weitverbreitet und billig in der Anschaffung sind die 5-Liter-Untertischgeräte zur elektrischen Warmwasserbereitung. Je nach Ausstattung können schnell eine beträchtliche Anzahl dieser Geräte pro Gebäude zusammenkommen.

In schwach frequentierten Toiletten können sie deaktiviert werden. Bei nur gelegentlichem Warmwasserbedarf, z. B. in Teeküchen, kann ein so genannter Thermostop oder Power Saver eingebaut werden (Bild 13).

Die kleinen Zusatzgeräte werden zwischen Steckdose und Warmwasserbereiter gesteckt. Mittels einer Taste neben dem Waschbecken wird bei Bedarf der Speicher einmal aufgeheizt. Nutzer müssen eingewiesen werden. Die Zusatzgeräte haben sich in der Regel innerhalb eines Jahres amortisiert.

Wird berücksichtigt, dass die Wasserspeicher deutlich langsamer verkalken und deshalb eine höhere Lebensdauer haben, so sinkt die Amortisationszeit auf einige Monate.

3 Reduzierung der Durchflussmengen

Perlatoren an den Warmwasserhähnen vermindern den Durchfluss bis zur Hälfte. Entsprechend groß ist die Energieeinsparung durch die Anwendung dieser Technik. Auch bei Kaltwasserhähnen sind sie zu empfehlen. Sie lassen sich nachträglich in Wasserhähne und zwischen Schlauch und Duschkopf montieren. Als Durchflussbegrenzer dienen auch Sparduschköpfe (ausgezeichnet mit dem Umweltzeichen RAL-ZU*43).

Voraussetzung für die Anwendbarkeit von Durchflussbegrenzern ist, dass der Wasserspeicher mit einem genügend großen Druck arbeitet. Durchflussbegrenzer sollten einen Wasserdurchsatz von 6,5 bis 9 Litern (bei 3 bar Wasserdruck) haben. Aufgrund der geringen Anschaffungspreise amortisieren sich Perlatoren innerhalb weniger Monate.



Bild 13: Anforderungsautomatik für 5 Liter-Untertischgeräte (Quelle: e&u energiebüro gmbh, Bielefeld)

1 Einbau von drehzahlgeregelten Pumpen

Generell sollten defekte Heizungspumpen durch drehzahlgeregelte Pumpen ersetzt werden (Bild 14).

Dabei ist zu beachten, dass Pumpen häufig überdimensioniert sind. Läuft eine vierstufige Pumpe bereits längere Zeit zufrieden stellend in einer niedrigeren Stufe, ist dies ein deutliches Zeichen für eine Überdimensionierung. In diesem Fall sollte die neue Pumpe eine entsprechend geringere Leistung haben.

Tipp:
Seit 2000 sind Nassläuferpumpen auf dem Markt, die statt des üblichen Asynchronmotors einen EC-Motor besitzen. Sie haben einen Wirkungsgrad von 60-80 % statt 30-65 %. Der Mehrpreis liegt bei 15 %, sodass sich die Pumpe in ca. 2-4 Jahren amortisiert hat.

2 Steuerung der Zirkulationspumpe

Verfügt das Gebäude über eine zentrale Warmwasserbereitung, gibt es meistens auch eine oder mehrere Zirkulationsleitungen. Ohne zeitliche Verzögerung steht an jeder Zapfstelle warmes Wasser zur Verfügung.

Der Betrieb der Zirkulationspumpe über eine Zeitschaltuhr ist inzwischen Pflicht, aber noch nicht überall realisiert. Meistens reicht auch in den normalen Nutzungszeiten ein Intervallbetrieb von z. B. viermal pro Stunde für fünf Minuten.

Effektiver ist die zusätzliche Steuerung der Pumpe im Betrieb über die Rücklauftemperatur. Fällt diese unter einen voreingestellten Wert, setzt sich die Pumpe in Betrieb und läuft so lange, bis das Warmwasser den Rücklauf erreicht hat. Damit ist sichergestellt, dass in den Nutzungszeiten jederzeit Warmwasser aus den Zapfstellen fließt. Hierbei wurden Einsparungen von bis zu 80 % gemessen.

Durch die geringere Auskühlung des Speichers werden außerdem die Brennerstarts besonders im Sommer verringert.

Contracting

Idee

Contracting ist eigentlich ein Leasing-Vertrag, der zusätzlich Dienstleistungen beinhaltet (z. B. Inbetriebnahme, Wartung und Instandsetzung einer Anlage). D. h. der Kunde least eine energie-technische Anlage und erhält dazu einige Dienstleistungen. Die Idee ist also, eigene Investitionen zu vermeiden und stattdessen diese Investitionen durch Spezialisten durchführen zu lassen, um mit deren Know-how Kostenvorteile zu realisieren.

Umsetzung

Grundsätzlich gibt es dabei zwei Spielarten. Das Einspar-Contracting und das Anlagen-Contracting. Die beiden Möglichkeiten unterscheiden sich darin, wie der Contractor das Geld, das er für die Investition beim Kunden ausgegeben hat, zurück erwirtschaftet (Refinanzierung). Beim Einspar-Contracting geschieht dies ausschließlich durch die eingesparten Energiekosten. Dies ist in Bild 15 verdeutlicht.

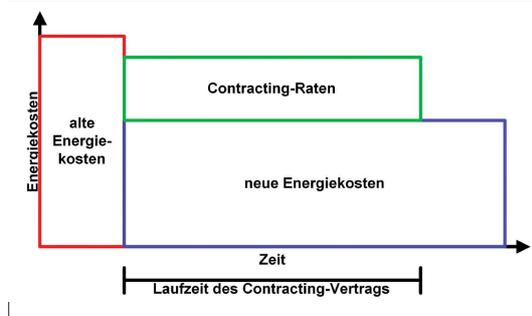


Bild 15: Schema Contracting
(Quelle: Fraunhofer ISI)

Vor Beginn des Contractings hat der Kunde Energiekosten in Höhe des roten Felds. Dann wird das Contracting-Projekt gestartet. Danach hat der Kunde Energiekosten in Höhe des blauen Felds. Für das Projekt selbst (z. B. Beleuchtungsanlage) hat der Kunde nichts bezahlt, da dies ja der Contractor übernimmt. Allerdings zahlt der Kunde über eine bestimmte Zeit (Laufzeit des Contracting-Vertrags) dem Contractor eine Contracting-Gebühr in Höhe des grünen Felds. Durch diese Gebühr refinanziert der Contractor die von ihm getragene Investition. Diese Gebühr ist in der Regel etwas geringer als die Energiekosteneinsparung (Differenz blau – rot), damit der Kunde sofort in den Genuss einer Kosteneinsparung kommt. Nach Ablauf der Vertragslaufzeit geht die gesamte Kosteneinsparung für die Restnutzungsdauer der Investition an den Kunden.

Beim Anlagen-Contracting zahlt der Kunde hingegen quasi eine Leasing-Rate. Dies ist meist bei größeren Projekten der Fall (z. B. Heizungsanlage). Die Energieeinsparung ist in diesen Fällen nicht so hoch, dass sie zur Refinanzierung des Contractors ausreicht. Dies bedeutet jedoch nicht, dass das Contracting unwirtschaftlich ist. Da der Kunde in jedem Fall eine Heizungsanlage benötigt, ist der Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen einer Contracting-Variante und einer Eigenfinanzierung der neuen Anlage durchzuführen. Nur die zusätzlichen Investitionen, die durch die energieeffiziente Contracting-Variante entstehen, müssen durch die eingesparten Energiekosten gedeckt werden. Da der Contractor jedoch die gesamte Heizungsanlage finanziert, ist die Refinanzierung allein über die eingesparten Energiekosten nicht möglich. In der Praxis würde ein Kunde dem Contractor einen Wärmepreis bezahlen, der einen Investitionsanteil enthält.



Bild 14: Regelbare Heizungspumpe mit Dämmung
(Quelle: Fa. Wilo)

Einsparaktionen mit Einbindung der Nutzer

Es gibt natürlich kein Patentrezept, aber einige Vorgehensweisen haben sich in der Praxis bewährt. Bei den in dieser Broschüre gegebenen Umsetzungstipps wurden auch wissenschaftliche Studien berücksichtigt, die untersucht haben, wie erfolgreich einzelne Maßnahmen und Methoden sind, speziell, wenn es um Nutzerverhalten geht (u. a. Universität Heidelberg, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung).

„Aktionswochen“

Eine Form der Umsetzung, die in anderen Bundesländern bereits zahlreich erfolgreich durchgeführt wurde, sind so genannte „Aktionswochen“. Sie wenden sich insbesondere an die Gebäudenutzer, berücksichtigen aber auch die weitergehenden organisatorischen und investiven Maßnahmen.

Am Beispiel der „Aktionswochen“ wird im Folgenden eine Anleitung zur Umsetzung gegeben, die die Energieverantwortlichen direkt anspricht. Eine grobe Übersicht über die Umsetzungsschritte ist dieser Broschüre als Extraseite im Anhang beigelegt.

Es gilt vor allem ein paar Regeln bei der Herangehensweise zu beachten, um eine möglichst erfolgreiche Umsetzung zu erreichen. Ansonsten gilt: Eine klare Zielsetzung vor Augen haben, bedenken, dass der Umgang mit Nutzern ein sehr sensibler Bereich ist, offen sein für Ideen und Eigeninitiative und auch auf Kritik und Niederlagen vorbereitet sein.

Ohne Planung geht es nicht

Eine Person wird die Initiative ergreifen, würde aber als Einzelkämpfer bald auf verlorenem Posten stehen. Erster Schritt ist die Gründung eines Aktions-Teams. Wie für alle Arbeitsgruppen gilt auch hier: so vollständig wie möglich aber nur so groß wie nötig. Das Team muss vor allem entscheidungskompetent sein.

Die Erfahrung zeigt ...

Eine Aktion muss die Unterstützung von oberster Stelle erfahren. Die Führungsebene sollte an allen wichtigen Entscheidungen beteiligt sein. Im ganzen Unternehmen muss präsent sein: „Die Aktion ist Chefsache“.

Wichtige Personen können sein: Energie- und/oder Umweltbeauftragter, Leiter Gebäudebewirtschaftung, Hausmeister, EDV-Verantwortliche, Mitarbeitervertreter, Mitglied der Führungsetage, Verwaltungs- bzw. Finanzleiter, evtl. Pressesprecher.

Die erste Aufgabe Ihres Energieteams ist es, den Umfang der geplanten Aktion festzulegen. Dazu ist

es sinnvoll, noch einmal die Maßnahmenboxen der vorangegangenen Kapitel durchzugehen und die Maßnahmen anhand der Übersicht, die als Extraseite im Anhang beigelegt ist, zu bewerten. Die Entscheidung sollte nicht zu Gunsten einzelner Maßnahmen fallen, sondern immer eine ganze Kategorie umfassen: Nutzerverhalten und/oder organisatorische Maßnahmen und/oder gering investive Maßnahmen. Kriterien bei der Entscheidungsfällung können Dringlichkeit einzelner Maßnahmen, Finanzrahmen, Zeitbudget der Organisatoren und andere Rahmenbedingungen sein. Die technischen Maßnahmen und die Contractingmöglichkeiten sollten getrennt von den Aktionswochen diskutiert und durchgeführt werden.

Ist die Entscheidung über den Aktionsumfang getroffen, müssen Sie den Aktionszeitraum bestimmen. Rechnen Sie mit mindestens zwei Aktionswochen, um genügend Zeit für die Informationsverbreitung und evtl. für Veranstaltungen zu haben. Wenn Sie für den Stromverbrauch nur Monatsangaben zur Verfügung haben, sind vier Aktionswochen (ein Aktionsmonat) ideal, weil erst danach Aussagen über die Auswirkungen der Maßnahmen, d.h. über den Erfolg gemacht werden können.

Die Erfahrung zeigt ...

Wichtiger als ein langer intensiver Aktionszeitraum sind gezielt gesetzte Reminder-Aktionen (Erinnerungsrunden) in denen das Wissen aufgefrischt werden kann, in denen aber auch neu motiviert werden sollte.

Bei der Wahl des Aktionszeitpunktes ist folgendes zu beachten:

- Genug Vorbereitungszeit einplanen (ca. drei Monate).
- Ferienzeiten und Feiertage meiden.
- In Übergangszeiten (März/April, September/Oktober) sind die Gebäudenutzer sensibler für die Themen Beleuchtung und Heizen.
- Synergieeffekte nutzen: Steht eine Zertifizierung oder umwelttechnische Überprüfung an? Dann Aktion in diesem Rahmen stattfinden lassen.

Entsprechend der nachfolgenden Arbeitsschritte im Rahmen der Vorbereitung und der Durchführung müssen Sie im Team Verantwortlichkeiten festlegen und verbindliche Verabredungen treffen. Halten Sie fest, welche Ziele Sie mit der Aktion erreichen wollen, wie Sie mit den Ergebnissen umgehen werden (Art und Umfang der Rückmeldung) und was mit möglichen Einsparungen bei den Energiekosten geschieht (Verwendungszwecke).

Und noch ein Punkt sollte gleich zu Beginn geklärt werden: Soll die Aktion öffentlich bekannt gemacht werden und wenn ja, zu welchem Zeitpunkt? Wenden Sie sich rechtzeitig an Ihren Pressverantwortlichen.

Vorbereitung der Aktionswochen

Die Aktionswochen dienen in erster Linie der Sensibilisierung der Gebäudenutzer. Es sollten daher die Maßnahmen, die die Nutzer selbst durchführen können und durch die sie unmittelbar betroffen sind (z. B. Reduzierung der Beleuchtung, Einsatz von Zeitschaltuhren) – markiert in der Maßnahmenübersicht (Extraseite im Anhang) in Spalte B – im Vordergrund stehen. Die restlichen Maßnahmen müssen nicht an die Aktionswochen gebunden sein.

„Hat das Ganze auch was gebracht? Waren wir erfolgreich?“ Um diesen Fragen begegnen zu können, müssen Angaben zum Stromverbrauch vor, am Ende und idealerweise auch während der Aktionswochen vorliegen. Besorgen Sie sich die Stromrechnungen des vergangenen Jahres, vor allem die Vorjahreswerte des Aktionszeitraums. Klären Sie mit den Technikern ab, wo Stromzähler installiert sind und wo welche zusätzlich installiert werden können.

Die Erfahrung zeigt ...

Die persönliche Information der Mitarbeiter ist aufwändig, aber von allen Aktionen die wirksamste. Sie sollte büroweise erfolgen und mit schriftlichem Material (Merkzettel, Faltblatt) ergänzt werden.

Planen Sie eine Messreihe, die auch über den Aktionszeitraum hinausgeht, um die Langzeitwirkung zu verfolgen. Überlegen Sie, in welchen Abständen Sie den Stromverbrauch ablesen, auswerten und dann auch für Ihre Mitarbeiter bekannt machen (Tages-, Wochen-, Monatswerte).

Kernstück der Aktionswoche ist die Information der Mitarbeiter über ihre eigenen Möglichkeiten, am Arbeitsplatz Energie zu sparen.

Neben den direkten Informationen bei Bürorundgängen hat sich ein Informationsstand an einem stark frequentierten Platz (z. B. Eingangsbereich oder Kantine) immer als sehr erfolgreich erwiesen. An ihm kann es Informationen zum Stand der Dinge, Ankündigungen, Tipps für das Energiesparen zu Hause, Broschüren, etc. geben. Der Stand braucht nicht rund um die Uhr besetzt sein. Es sollte besser feste Zeiten geben (vormittags und nachmittags, um auch Teilzeitmitarbeiter zu berücksichtigen). Evtl. können Sie den Stand auch mal Externen zur Verfügung stellen, z. B. der Verbraucherzentrale oder Ihrem Energieversorger (siehe unten: „Partner mit ins Boot holen“).

Weitere Aktionsbausteine können sein:

- Strommessgeräte zum Ausleihen für den eigenen Arbeitsplatz oder für zu Hause (fragen Sie Ihren Stromversorger oder bei der Verbraucherzentrale, ob für Ihr Unternehmen solche Geräte zur Verfügung gestellt werden können)

- Mailings/Rundschreiben mit Erinnerungen an bestimmte Maßnahmen oder mit neuen Tipps (max. zwei Maßnahmen pro Mailing/Rundschreiben)
- Artikel in Mitarbeiter-Zeitschriften
- Ideenwettbewerb für Einsparmöglichkeiten am Arbeitsplatz
- Quiz rund um das Energiesparen mit attraktiven Preisen (evtl. Sponsoren suchen)
- Faltblatt mit den wichtigsten Energiespar-Tipps

Die Erfahrung zeigt ...

Versehen Sie alle schriftlichen Unterlagen mit dem Logo Ihres Hauses. Alle Beteiligten fühlen sich so persönlicher angesprochen. Vielleicht schaffen Sie für die Aktion ja auch ein eigenes Logo! Wenn Sie externes Material verwenden, sollte die Quelle nicht verschwiegen werden.

Falls Sie Ihr Informationsmaterial nicht selbst herstellen wollen oder können oder einfach ein paar Anregungen brauchen, finden Sie bei den Literaturhinweisen in dieser Broschüre einige Adressen, die weiterführende Hilfestellung leisten.

Apropos Hilfe ...

Vielleicht macht es Sinn, Partner für die Aktion mit ins Boot zu holen. Diese könnten an einem Tag den Informationsstand mitnutzen oder sich parallel präsentieren. So ein Besuch sorgt für Abwechslung, bringt in der Regel viele zusätzliche Informationen und lädt zu einem persönlichen Gespräch ein. Als Partner könnten dienen: Energieversorger, Verbraucherzentralen, Elektrogerätehersteller, Contracting-Partner, Energieagenturen, etc.

Planen Sie eine rechtzeitige Ankündigung der Aktionswochen. Sobald der Aktionszeitraum feststeht und über Zielsetzung und Inhalte entschieden ist, sollten Sie Ihre Mitarbeiter informieren. Am wirksamsten sind Plakate und Mailings bzw. Rundschreiben. Nennen Sie auch Ansprechpartner. Machen Sie Ihre Mitarbeiter ruhig durch mehrmalige Vorankündigungen neugierig. Sie können auch schon vorab ein paar Informationen preisgeben, wie z. B. „Wussten Sie schon, dass ein aufwendiger Bildschirmschoner womöglich mehr Strom verbraucht als eine MS Word- oder Excel-Anwendung?“.

Durchführung der Aktionswochen

Der erste Tag der Aktionswochen sollte die Mitarbeiter positiv auf die kommende Zeit einstellen. Erschlagen Sie sie nicht gleich mit zu vielen Tipps oder Material. Eine kleine Überraschung, z. B. ein Energieriegel oder Ähnliches, erzeugen Aufmerksamkeit und stimmen positiv.

Haben Sie Zwischenwerte über die Entwicklung des Stromverbrauchs, so veröffentlichen Sie diese Ergebnisse so häufig wie möglich. Eine Form der Darstellung sind Verbrauchskurven mit plakativen Kennzahlen (z. B. typische Tageslastspitzen, Tages-

Tipp für Verantwortliche:
Es gibt immer einen gewissen Prozentsatz von Personen, erfahrungsgemäß ca. ein Viertel, die grundsätzlich am Thema nicht interessiert sind oder solche Aktionen ablehnen, weil „der Arbeitgeber mal wieder etwas von ihnen will“. Nehmen Sie es nicht persönlich. Man kann dafür solche erreichen, die bisher gleichgültig waren und einfach nicht genug Augenmerk für dieses Thema hatten.

verbrauch, Wochenverbrauch). Gehen Sie kritisch an die Auswertung heran. Nicht jede Verbrauchsänderung ist auf das Nutzerverhalten zurückzuführen. Wetterveränderungen haben direkten Einfluss auf das Lüftungsverhalten und auf die Lichtverhältnisse. Auch führen außergewöhnliche Belastungen (z. B. Bauarbeiten) zu Abweichungen.

Den Einfluss des Nutzerverhaltens kann man direkt an einzelnen Geräten demonstrieren. Z. B. lassen sich die Leistungsaufnahmen eines Bürogeräts bei unterschiedlichen Betriebszuständen mittels Strommessgeräten sichtbar machen. Sie können die Messgeräte auch an die Mitarbeiter zur Verwendung am Arbeitsplatz ausleihen. Bieten Sie Hilfestellung an.

Der Verleih von Messgeräten kann auch für private Zwecke organisiert werden. Die Anregungen für Energieeinsparung im privaten Bereich werden als sehr wichtig angesehen, denn das Verhalten zu Hause wirkt sich letztlich auch wieder auf das Verhalten am Arbeitsplatz aus.

Haben Sie einen Ideenwettbewerb ausgelobt oder ein Quiz veranstaltet? Geben Sie die Gewinner bekannt und organisieren Sie eine offizielle Gewinnübergabe. Idealer Zeitpunkt ist der letzte Aktionstag.

Wenn Sie mit Partnern zusammenarbeiten, kündigen Sie deren Besuch rechtzeitig an.

Am Abschlusstag gilt es vor allem, allen Beteiligten zu danken. Machen Sie deutlich, dass zwar die Aktionswochen vorüber sind, dass aber die Initiative der Mitarbeiter weiterhin gefragt ist. Wie erfolgreich die Aktion war, zeigt sich oft erst im Nachhinein, wenn man nämlich sieht, wie lange das energiebewusste Verhalten anhält. Weisen Sie darauf hin, dass weiterhin der Stromverbrauch gemessen und verglichen wird.

Eine ausführliche Ergebnispräsentation (schriftlich oder in Form einer Präsentation) sollte erst nach einer Auswertungsphase im Nachfeld stattfinden.

Geben Sie Ihren Mitarbeitern die Möglichkeit, sich anonym zu ihrer Einschätzung der Aktion zu äußern, am besten mittels eines vorbereiteten Fragebogens, der am letzten Tag verteilt oder per Mail versandt wird. Geben Sie die Gelegenheit, Kritik zu äußern und Verbesserungsvorschläge zu machen. Das Ergebnis der Befragung sollte wieder an die Mitarbeiter zurückgespielt werden.

Und im Anschluss ...

... wird immer die Frage stehen: Waren wir erfolgreich? Der Erfolg wird mit Sicherheit in erster Linie an dem Energieverbrauch im Aktionszeitraum gemessen werden. Analysieren Sie die Zahlen in Ruhe im Nachfeld und berücksichtigen alle äußeren Rahmenbedingungen, die ebenfalls in dem Zeitraum Einfluss hatten. Interessant sind auch Ergebnisse zu einzelnen Maßnahmen, falls Einzelmessungen stattgefunden haben.

Die Ergebnisse sollten den Mitarbeitern ausführlich mitgeteilt werden, schriftlich oder in Form einer Veranstaltung. Themen sind u. a.

- Einsparerfolge
- durchgeführte Maßnahmen, besonders organisatorische, gering investive und technische
- Ideen, die geäußert worden sind
- Zukunftspläne (z. B. mögliche Wiederholung der Aktion)

Wenn Sie die Aktion in der Presse angekündigt haben, sollten Sie auch zu den Ergebnissen eine Pressemitteilung verfassen, insbesondere, wenn Sie mit Ihrem Ergebnis zufrieden sind. Der Imagegewinn durch die Aktion ist für manches Unternehmen die Hauptmotivation.

Es kommt vor, dass sich im Verlauf der Aktionswochen Arbeitsgruppen zu speziellen Themen gebildet haben. Diese sollten auch die Möglichkeit erhalten, über ihre Arbeit zu berichten. Solche Arbeitsgruppen können sich auch im Nachfeld organisieren.

Verfolgen Sie weiterhin den Stromverbrauch in Ihren Gebäuden. Es wird schwer sein, die Nachhaltigkeit der Aktion zu ermitteln. Technische Neuerungen im Gebäude, die einer längeren Anlaufzeit bedürfen, können in Zukunft den Stromverbrauch weiter absenken, vielleicht aber auch nur Ausgleich für das nachlassende Engagement der Gebäudenutzer sein. Wenn Sie es genauer wissen wollen, führen Sie nach einiger Zeit (6 bis 12 Monate) eine Befragung unter Ihren Mitarbeitern durch.

Unterstützen Sie Ihre Mitarbeiter durch regelmäßige Erinnerungen (Reminder) z. B. per Mail. Dies betrifft vor allem die Vorschläge zum Nutzerverhalten. Mahnen oder Belehren Sie dabei nicht; Nachlässigkeit ist menschlich. Grundsätzlich sollten Sie die Kommunikation in Ihrem Haus fördern. Die Wichtigkeit wird oft unterschätzt und vernachlässigt. Dabei ist die direkte Ansprache von Mitarbeitern meistens die motivierendste Art der Kommunikation. Es muss umgekehrt auch eine klare Regelung geben, an wen sich die Mitarbeiter bei Beschwerden wenden können. Diese Ansprechpartner zum Thema Kommunikation weiterzubilden ist ein Gewinn für alle Beteiligten.

Literatur und Ansprechpartner

Hier finden Sie einige weiterführende Informationen zu den verschiedenen Themenbereichen dieser Broschüre. Dabei möchten wir Sie besonders auf die Internetadressen verweisen, über die Sie sehr schnell einen umfangreichen Überblick über die verschiedensten Aspekte der rationellen Energienutzung erhalten und die wir hier in dieser Vielfalt gar nicht darstellen können.

Literatur

Contracting Handbuch 2003: BEMMANN, SCHÄDLICH (Hrsg.), erschienen beim Verlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln (2003)

Energiesparen – Kosten reduzieren: DOKUMENTATIONEN DER DEUTSCHEN FACHKONGRESSE DER KOMMUNALEN ENERGIEBEAUFTRAGTEN (Nov. 2000). Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin

Informationsmaterial des Deutschen Städtetags: HINWEISE ZUM KOMMUNALEN ENERGIEMANAGEMENT (13 Ausgaben erschienen)
Deutscher Städtetag
Postfach 51 06 20
50942 Köln
Technische Anleitung Elektro (TAE):
INFORMATIONSBROSCHÜRE DER UMWELTBEBÖRDE HAMBURG (1997)

Einkauf energieeffizienter Bürogeräte:
LEITFADEN, G. BENKE, 19 Seiten; Januar 2000
Download im pdf-Format:
<http://www.eva.wsr.ac.at/projekte/eebuero.htm>

Verschiedene Informationsbroschüren der Energieagentur Nordrhein-Westfalen:
Eine vollständige Liste (derzeit 68 Broschüren) finden Sie auf der Homepage:
www.ea-nrw.de (siehe unter dem Punkt Service)
u. a. erhalten Sie hier folgende Broschüren:

- Beleuchtungscontracting in Wiehl
- Viel Licht mit wenig Geld
- Ohne Energie keine Information - Rationelle Energieverwendung in
- Rechenzentren und EDV-Räumen
- Good-bye - Stand-by

Adressen und Ansprechpartner

Allgemeine Informationen:
Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel: 0821 9071-0
Fax: 0821 9071-5556
www.bayern.de/lfu

Allgemeine Informationen:
Energieverwertungsagentur – E.V.A.
Otto-Bauer-Gasse 6
1060 Wien, Österreich
Tel: ++43 1 586 1524
Fax: ++43 1 586 1524-40
E-Mail: eva@eva.ac.at
www.eva.wsr.ac.at/index.htm

Allgemeine Informationen:
Deutsche Energieagentur GmbH
Chausseestr. 128a
10115 Berlin
Tel: 0202 24552-0
Fax: 0202 24552-30
www.deutsche-energie-agentur.de

Allgemeine Informationen:
Energieagentur Nordrhein-Westfalen
Kasinostr. 19 – 21
42103 Wuppertal
Tel: 0202 24552-0
Fax: 0202 24552-30
www.ea-nrw.de

Allgemeine Informationen:
Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik
staatlicher und kommunaler Verwaltungen
(AMEV)
Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
10030 Berlin
Tel: 030-2008-7722
Fax: 030-2008-1973
www.amev-online.de

Förderprogramme:
Informationen über Förderprogramme zur rationellen Energienutzung auf EU-, nationaler, Länder- und kommunaler Ebene:
www.energiefoerderung.info

Energielabel (Bürogeräte):
Gemeinschaft Energielabel Deutschland,
Berliner Energieagentur GmbH
Rudolfstraße 9
10245 Berlin
Telefon: 030 - 29 33 30 – 0
Telefax: 030 - 29 33 30 - 99
www.energielabel.de
Sprecher: Michael Geißler (Durchw.: -11),

Energielabel Blauer Engel (Bürogeräte):
Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.
Siegburger Straße 39
53757 Sankt Augustin
E-Mail: umweltzeichen@ral.de

Umweltbundesamt
FG III 1.3
Bismarckplatz 1
14193 Berlin
E-Mail: info@blauer-engel.de
www.blauer-engel.de

Beleuchtung:
Förderungsgemeinschaft Gutes Licht:
Stresemannallee 19, Postfach 701261, 60591
Frankfurt am Main
Tel.: 069 6302-293
Fax: 069 6302-317
E-Mail: licht@zvei.org
www.licht.de

Hilfe bei der Umsetzung ...

Aufmerksamkeit schaffen:
Merkzettel mit Logos zum Herunterladen und Ausdrucken sowie Hinweise der Stadt Berlin für organisatorische Maßnahmen.
www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klimaschutz/klimaschutz_im_buero

Durchführung einer Klimakampagne:
KEBAB gGmbH
Straßburger Str. 58
10405 Berlin
Tel: 030 611279
Fax: 030 6181036
E-Mail: post@kebab-online.de
www.kebab-online.de
„Weniger Verbrauch – mehr vom Leben“ Leitfa-
den zur Durchführung einer Klimakampagne. CD-
ROM (aktuelle Version 2003) der KEBAB gGmbH
(Kombinierte Energiespar- und Beschäftigungs-
projekte aus Berlin). Enthält zusätzlich viele
andere Informationen zum Energiesparen.

Energiespartipps:
Deutsche Energie Agentur GmbH (dena)
Tel: 030 7261656-0
<http://www.deutsche-energie-agentur.de/>
Frau Ehrmann (Durchw.: -56)
Informationsheft der Deutschen Energie-Agentur
(dena) „Lasst uns das Klima retten“ mit 25 einfa-
chen Energiespartipps für zu Hause und unter-
wegs. In größerer Stückzahl kostenlos zu bestel-
len bei der dena oder
Download: [http://www.aktion-
klimaschutz.de/download/Klimafibel_Langfas-
sung.pdf](http://www.aktion-klimaschutz.de/download/Klimafibel_Langfas-sung.pdf)

Weitere Informationen unter der Internetadresse:
www.aktion-klimaschutz.de
Praxisbeispiele (Stadt München):
Landeshauptstadt München
Baureferat Hochbau
Energiemanagement
Friedenstr. 40
81660 München
Tel: 089 233 60941
Herbert Hofmuth
E-Mail: herbert.hofmuth@muenchen.de

Praxisbeispiele (Stadt Frankfurt):
Energieferrat der Stadt Frankfurt a.M.
Galvanistr. 28
60486 Frankfurt am Main
Tel: 069 21239-0
www.frankfurt.de/sis/fr_energiereferat.html
Gerd Prohaska (Durchw.: -193)
E-Mail: gerd.prohaska@stadt-frankfurt.de

Praxisbeispiele (Stadt Detmold):
e&u energiebüro GmbH
August-Bebel-Str. 16-18
33602 Bielefeld
Tel: 0521 173144
E-Mail: energiebuero.gmbh@t-online.de
Herr Grobecker, Herr Brieden-Segler
Transfer:
Damit organisatorische Maßnahmen besser ange-
nommen werden, sollten sie – soweit möglich –
von den Mitarbeitern auch privat umgesetzt wer-
den.
Informationen für solche Maßnahmen gibt es bei
den örtlichen Verbraucherzentralen.
E-Mail: info@verbraucherzentrale-bayern.de
www.verbraucherzentrale-bayern.de

Checkliste 1: Maßnahmenübersicht zur Festlegung des Aktionsumfangs

Termin	zur Orientierung	
		Ohne Planung geht es nicht
	Starttermin	♣ Gründung eines Aktionsteams
		♣ Umfang der geplanten Aktion festlegen → siehe Extrablatt „Maßnahmenübersicht zur Festlegung des Aktionsumfangs“
		♣ Aktionszeitraum bestimmen
	frühestens drei Monate nach Start	♣ Wahl des Aktionszeitpunktes
		♣ Verantwortlichkeiten festlegen und verbindliche Verabredungen treffen
		♣ Klären, ob die Aktion öffentlich bekannt gemacht werden soll, Presseverantwortlichen informieren
		Vorbereitung der Aktionswochen
		♣ Identifizierung der Nutzerrelevanten Maßnahmen → siehe Extrablatt „Maßnahmenübersicht zur Festlegung des Aktionsumfangs“, Spalte B
		♣ Angaben zum Stromverbrauch sammeln
	über Aktionszeitraum hinaus	♣ Planung einer Messreihe
		♣ Planung weiterer Aktionsbausteine:
		- Informationsstand
		- Strommessgeräte zum Ausleihen
		- Mailings/Rundschreiben
		- Artikel in Mitarbeiter-Zeitschriften
		- Ideenwettbewerb
		- Quiz
		- Faltblatt
		♣ Überlegung, ob weitere Partner mit ins Boot geholt werden
	sobald Aktionszeitraum feststeht	♣ rechtzeitige Ankündigung der Aktionswochen
		Durchführung der Aktionswochen
		♣ Der erste Tag
	so häufig wie möglich	♣ Entwicklung des Stromverbrauchs analysieren und veröffentlichen
	so früh wie möglich an Einzeltagen	♣ Bürorundgänge mit Tipps für die Nutzer
		♣ Einfluss des Nutzerverhaltens direkt an einzelnen Geräten demonstrieren
		♣ Verleih von Messgeräten auch für private Zwecke
		♣ Ideenwettbewerb/Quiz auswerten
		♣ Besuche von Aktionspartnern rechtzeitig ankündigen
		♣ Der Abschlusstag
	am letzten Tag	♣ Verteilung eines Fragebogens zur Beurteilung der Aktion durch die Mitarbeiter
		Und im Anschluss...
		♣ Ergebnisse analysieren
	im Anschlussmonat	♣ Ergebnisse den Mitarbeitern mitteilen (schriftlich oder Veranstaltung).Themen u. a. :
		- Einsparerfolge
		- durchgeführte Maßnahmen
		- Ideenvorschläge
		- Zukunftspläne
	so bald wie möglich	♣ evtl. Pressemitteilung
		♣ Arbeitsgruppen unterstützen
	nach 6-12 Monaten	♣ Nachhaltigkeit der Aktion ermitteln
	alle 2-4 Wochen	♣ regelmäßige Erinnerungen



**Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz**

Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
86179 Augsburg

Telefon 0821/90 71-0

Telefax 0821/90 71-55 56

E-Mail poststelle@lfu.bayern.de

Internet www.bayern.de/lfu

ISBN 3-936385-50-5