

Annett Fischer
(Hrsg.)

Energie sparen – Kosten reduzieren

Dokumentation des
6. Deutschen Fachkongresses der
kommunalen Energiebeauftragten in
Garbsen am 9./10. November 2000

Impressum

Herausgeber:

Dr. Annett Fischer

Layout:

Doris Becker

Titelgestaltung:

Rother-Design, Berlin

Die Beiträge dieses Bandes geben in unveränderter Form die Vorträge wieder, wie sie auf dem 6. Deutschen Fachkongress der kommunalen Energiebeauftragten in Garbsen am 9. und 10. November 2000 gehalten wurden. Namentlich gekennzeichnete, externe Beiträge werden aus Gründen der Aktualität ohne nachträgliche inhaltliche Bearbeitung abgedruckt.

Verlag und Vertrieb:

Deutsches Institut für Urbanistik
Postfach 12 03 21, 10593 Berlin
Straße des 17. Juni 112, 10623 Berlin

Telefon: 0 30/3 90 01-0

Fax Difu: 0 30/39 00 11 00

Fax Difu Umwelt: 0 30/3 90 01-2 41

E-Mail: difu@difu.de

Internet: <http://www.difu.de>

Alle Rechte vorbehalten
Schutzgebühr: DM 40,-

Berlin, Februar 2001
ISBN 3-88118-309-4

Dieser Band ist auf chlorfrei gebleichtem, ohne optische Aufheller und aus Sägerestholz und Durchforstungsholz hergestelltem Papier gedruckt.

Inhalt

Vorwort	5
 Liberalisierung des Strommarkts	
<i>Adam Schmitt und Volker Döringer</i>	
Der Bergsträßer Mix: 30 Prozent Öko-Strom-Anteil im Kreis Bergstraße	13
 <i>Hans-Joachim Hüftlein</i>	
Rahmenvertrag über die Strombelieferung der Stadt Lohr am Main	19
 <i>Karin Schnick</i>	
Aufbau einer „Insellösung“ zur öffentlichen Stromversorgung	23
 <i>Wilm Feldt</i>	
Energiesparen vor dem Hintergrund der Liberalisierung – überhaupt noch lohnenswert?	27
 Stromsparen	
<i>Wolfram Köhler</i>	
Methodik und praktischer Nutzen von Kennwerten – Strom	35
 <i>Joost Götze</i>	
Straßenbeleuchtung – Kennwerte und Einsparungen am Beispiel der Gemeinde Isernhagen	45
 <i>Hendrik Pinnau</i>	
Energieverbrauch von EDV-Anlagen	49
 <i>Michael Geißler</i>	
„Bye, bye – Standby“	59
 <i>Roland Gräbel</i>	
Verringerung des Betriebsstromverbrauchs von Heizungsanlagen – kommunale Instrumente und Maßnahmen	65
 Gebäudesanierung	
<i>Heinz Dallmann</i>	
Methodik und praktischer Nutzen von Kennwerten – Heizung	71

<i>Gerolf Eden</i>	
Sanierung des Schulzentrums Isernhagen	81
<i>Markus Noldin</i>	
Strom vor Wärme!?	
Praxisargumente für eine erfolgreiche Energiemanagement-Strategie.....	87
<i>Michael Nawroth</i>	
Contracting zur Heizungssanierung – (k)ein Zauberwort	99
Energiesparaktionen	
<i>Herbert Hofmuth</i>	
Projekt „Pro Klima – Contra CO ₂ “	
Einsparpotenziale realisieren durch verstärkte Nutzerverantwortung	107
<i>Mathias Linder</i>	
Nutzerbedingte Energieeinsparungen in Verwaltungsgebäuden	113
<i>Gerd Prohaska</i>	
Nutzerbedingte Energieeinsparung in Verwaltungsgebäuden – zum Beispiel im Umweltamt der Stadt Frankfurt am Main	119
<i>Margit Roth</i>	
Mit Energie gewinnen – Energiesparprojekt in Kindertagesstätten	127
Hans-Wilhelm Hentze	
Modellvorhaben zur Energieeinsparung in Krankenhäusern, Sozialeinrichtungen und privaten Dienstleistungsbetrieben der Landeshauptstadt Düsseldorf	133
Energiemanagement/Gebäudemanagement	
<i>Knut Grellmann und Sven Maletzki</i>	
Energiecontrolling mit Hilfe moderner Gebäudeleittechnik in der Stadtverwaltung Potsdam	139
Rechtliche Aspekte	
<i>Wolf-Hagen Pohl und Stefan Horschler</i>	
Inhalte und Auswirkungen der neuen Energieeinsparverordnung	147
Verzeichnis der Autorinnen und Autoren	161

Vorwort

Das vorrangige Ziel des kommunalen Energiemanagements besteht darin, den Energie- und den Wasserverbrauch und damit die Betriebskosten der kommunalen Gebäude zu senken sowie – angesichts der Gefahr einer Klimaveränderung – Einfluss auf eine umweltverträgliche Energieversorgung und -nutzung zu nehmen. Vor diesem thematischen Hintergrund trafen sich am 9. und 10. November 2000 etwa 180 Energiebeauftragte aus allen Teilen Deutschlands zum 6. Deutschen Fachkongress der kommunalen Energiebeauftragten in Garbsen. In 20 Workshops und einer Vielzahl von Pausengesprächen diskutierten sie intensiv verschiedene Wege, die zur Verbrauchs-, Kosten- und Schadstoffreduzierung führen können. Dabei gab es nicht nur Erfolge zu vermelden, sondern auch von dem einen oder anderen Rückschlag wurde berichtet. Aber sowohl aus den positiven als auch den negativen Erfahrungen werden Rückschlüsse auf die erfolgreiche Gestaltung zukünftiger Strategien gezogen.

Der Kongress konzentrierte sich auf die im Folgenden beschriebenen Themenbereiche.

1. *Liberalisierung des Strommarkts*

Eine Aufgabe der Energiebeauftragten in Kommunen, die zwar keine Energieeinsparung, jedoch meistens eine Kostenreduktion bewirkt, besteht in der Kontrolle der Verbrauchskosten, des Brennstoffeinkaufs und des Energiebezugs. Zu diesem Aufgabenbereich gehören nicht nur die Prüfung von Energierechnungen und die Dokumentation, Auswertung sowie Kontrolle der Energie- und Wasserkosten, sondern auch die Optimierung der Wärme- und Stromtarife bzw. Lieferverträge und der Abschluss, die Kontrolle sowie die Anpassung von Energielieferungs- bzw. -bezugsverträgen. Nach Einschätzung von Energiebeauftragten bietet ihnen die Liberalisierung der Energiemärkte die Chance, ihr Kompetenzspektrum in diesem Zusammenhang zu erweitern. In einem der Workshops zum Themenbereich „Liberalisierung des Strommarkts“ diskutierten Energiebeauftragte ihre bisherigen Erfahrungen bezüglich der Chancen und Risiken, die sich mit der Öffnung des Strommarkts ergeben¹. Risiken liegen ihrer Ansicht nach in den niedrigen Strompreisen, die zur Unrentabilität von Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs führen können, sowie im prinzipiellen Zwang zur Ausschreibung von Stromlieferverträgen, die unter Umständen die gewachsene Zusammenarbeit mit den kommunalen Energieversorgern in Frage stellen können. Chancen werden vorrangig in der Vereinfachung von Tarifstrukturen und internen Verwaltungsabläufen, aber auch in der Kopplung von Energielieferung und -dienstleistung seitens der Energieversorger gesehen. Diese Chancen sollten von den Energiebeauftragten aufgegriffen und aktiv ausgestaltet werden. Möglichkeiten dazu wurden in drei Workshops vorgestellt.

Der Kreis Bergstraße hat bei seinem bisherigen Energieversorger einen Preisnachlass ausgehandelt und kauft nun für diese Preisdifferenz „Öko-Strom“ zu. Dessen Anteil beläuft sich auf 30 Prozent. Auf diese Weise fördert der Kreis die Stromerzeugung aus regenerativen Energien und den Neubau bzw. die Reaktivierung regenerativer Erzeugungsanlagen in der Region².

1 Vgl. Beitrag von Wilm Feldt, S. 27 ff.

2 Vgl. Beitrag von Adam Schmitt und Volker Döringer, S. 13 ff.

Um für ein Neubaugebiet günstige Konditionen auszuhandeln, weitete die Stadt Hattersheim am Main die Verhandlungen auf die Versorgung bereits bestehender Gebäude aus. Als Verhandlungsergebnis zahlt die Verwaltung einerseits akzeptable Preise für die gelieferte Energie sowie diverse Dienstleistungen und kann sich der Versorger andererseits auf einen sicheren Absatzmarkt verlassen³.

Ein Beispiel für die Vereinfachung des Verwaltungshandelns wurde aus der Stadt Lohr am Main vorgestellt⁴. Insbesondere für kleinere Kommunen ist es oft schwierig, die Anforderungen, die mit der Ausschreibung von Stromlieferverträgen verbunden sind, zu erfüllen. Die Grundlagen für Vertragsverhandlungen – bestehende Verträge, Zahl der Abnahmestellen, Bezugsmengen usw. – sind meist nicht mit einem vertretbaren Aufwand zu ermitteln. Die kommunalen Spitzenverbände in Bayern haben deshalb für ihre Kommunen einen Rahmenvertrag ausgeschrieben, der allen bayerischen Kommunen Sicherheit über einen marktgerechten Preis zum Abschlusszeitpunkt des eigenen Vertrags mit dem Regionalversorger gibt. Die Stadt Lohr am Main ist diesem Vertrag zwar nicht beigetreten, schloss jedoch einen regelungsgleichen Rahmenvertrag mit dem eigenen Tochterunternehmen, dem örtlichen Energieversorger, ab. Durch die Zusammenführung der Einzelverträge kam es in der Stadt zu einer deutlichen Verwaltungsvereinfachung.

2. Stromsparen

In den letzten Jahren ist der Stromverbrauch in kommunalen Gebäuden und Einrichtungen fast überall angestiegen. Unter der Überschrift „Stromsparen“ wurden deshalb auf dem Kongress Ansätze diskutiert, um technische und wirtschaftliche Einsparpotenziale in diesem Bereich zu erschließen.

Um den Stromverbrauch unterschiedlicher Gebäude korrekt miteinander vergleichen zu können, müssen allgemein anerkannte Maßstäbe angelegt werden. Auf dem Kongress wurden dazu die Erkenntnisse aus der praktischen Anwendung von Energiekennwerten im Rahmen der Brandenburger Landesinitiative „Helle Schule: Energie mit Sinn“ diskutiert⁵. Als ein Ergebnis dieses Projekts haben sich zwar die beschriebenen Stromkennwerte als brauchbare Basis für einen Vergleich von Gebäuden herausgestellt, sie sollten jedoch stets kritisch hinterfragt werden.

Innerhalb der Gebäude übersteigen die Stromkosten in der Regel die Heizkosten. Dies liegt daran, dass einerseits vielerorts bereits Maßnahmen zur Senkung des Heizenergieverbrauchs durchgeführt wurden und andererseits der Grad der Ausstattung mit elektrischen Geräten stetig zunimmt. Der Schwerpunkt liegt hierbei deutlich auf der immer intensiveren Nutzung der EDV-Technik. Vielfach wird für EDV mehr Energie aufgewendet als für die Beleuchtung. Dabei wird sehr viel Energie für das Netzwerk und die dafür erforderliche Kältetechnik benötigt. Im Rahmen der Workshops zu diesem Thema stellten die Teilnehmer jedoch fest, dass in den Verwaltungen das Thema „Stromsparen im EDV-Netzwerk“ noch kaum diskutiert wird und sich sehr komplex, vielschichtig und umstritten darstellt, da es nur gemeinsam mit den EDV-Experten gelöst werden kann⁶.

3 Vgl. Beitrag von Karin Schnick, S. 23 ff.

4 Vgl. Beitrag von Hans-Joachim Hüftlein, S. 19 ff.

5 Vgl. Beitrag von Wolfram Köhler, S. 35 ff.

6 Vgl. Beitrag von Hendrik Pinnau, S. 49 ff., und Michael Geißler, S. 59 ff.

Relativ leichter lassen sich hingegen Maßnahmen zur Stromeinsparung im Bereich der Straßenbeleuchtung realisieren, obwohl auch hier oftmals eine enge Kooperation mit den für Straßen- und Tiefbauarbeiten zuständigen Verwaltungen notwendig ist. Untersuchungen in Niedersachsen haben ergeben, dass sowohl die Stromkosten als auch die Wartungskosten für die Straßenbeleuchtung in Kommunen um mehrere hundert Prozent differieren⁷. Vor diesem Hintergrund wurden realisierte Sanierungsmaßnahmen der Gemeinde Isernhagen exemplarisch vorgestellt und diskutiert, um so Anregungen für wirtschaftliche Maßnahmen und deren Finanzierung zu geben⁸.

Als ein weiterer Stromverbraucher in Kommunen werden die Heizungsanlagen und dort insbesondere der Betriebsstromverbrauch betrachtet. In diesem Bereich ist eine Reduzierung des Pumpenstromverbrauchs und der Stand-by-Verluste um bis zu 90 Prozent möglich. Dazu müssen entsprechende Grenzwerte definiert werden. Um hierbei eine Zusammenarbeit mit der Industrie zu ermöglichen, wurde ein geschlossenes Vorgehen mehrerer Städte und Gemeinden vorgeschlagen, die in gemeinsamer Diskussion neue Standards erarbeiten und gegenüber den Herstellern vertreten⁹.

3. Gebäudesanierung

Ein Energiemanagement ermöglicht es, die vorhandenen Potenziale zur Energieeinsparung im kommunalen Gebäudebestand zu erschließen. In den Workshops zum Themenbereich „Gebäudesanierung“ wurden dazu exemplarische Lösungsansätze diskutiert.

Viele Kommunen verwenden zur Charakterisierung von Gebäuden sowie zur regelmäßigen Auswertung des Energieverbrauchs Energiekennwerte, die die verbrauchte Energiemenge bezogen auf eine Fläche oder ein Volumen und einen Zeitraum ausdrücken. Oftmals werden diese Kennwerte auch zum intra- und interkommunalen Vergleich (Benchmarking) herangezogen. Auf dem Kongress wurden dazu Möglichkeiten und Grenzen diskutiert¹⁰. So waren sich die Energiebeauftragten z.B. einig darüber, dass Energiekennwerte – wegen der verschiedenen Einflussgrößen – lediglich einen ersten Hinweis auf eventuellen Sanierungsbedarf von Gebäuden geben können. Entscheidungen über Sanierungen können dagegen erst nach einer detaillierten Untersuchung der einzelnen Gebäude getroffen werden.

Der überwiegende Teil der Kommunen klagt über einen erheblichen Sanierungsstau, im Schwerpunkt bei Schulen. Dieser Bereich wurde auf dem Kongress anhand eines Beispiels zur energetischen Modernisierung des Schulzentrums in Isernhagen aufgegriffen¹¹. Hier wurde ein Paket aus Heizungs- und Beleuchtungsmodernisierung, Dachsanierung, Aufbau einer Photovoltaikanlage und Einflussnahme auf das Verhalten der Gebäudenutzer geschnürt.

Aus dem Landkreis Rendsburg-Eckernförde konnte der Einstieg in eine allseits akzeptierte und von allen Fachverwaltungen getragene Sanierungsstrategie beispielhaft aufgezeigt

7 Vgl. dazu Kommunale Umwelt-Aktion U.A.N., Betriebskosten der Straßenbeleuchtung in kleinen und mittleren Kommunen, Hannover 1999.

8 Vgl. Beitrag von Joost Götze, S. 45 ff.

9 Vgl. Beitrag von Roland Gräbel, S. 65 ff.

10 Vgl. Beitrag von Heinz Dallmann, S. 71 ff.

11 Vgl. Beitrag von Gerolf Eden, S. 81 ff.

werden¹². Wie in vielen Städten entwickelte sich die Zusammenarbeit zwischen dem Energiebeauftragten und den Fachverwaltungen zunächst nur sehr zögerlich. Es wurde offenbar, dass der Schlüssel für eine bessere Akzeptanz und erfolgreiche Kooperation in der Durchführung von gewinnbringenden Projekten mit entsprechender Öffentlichkeitsarbeit lag. Man entschied sich deshalb zunächst für eine Beleuchtungssanierung in verschiedenen Schulen, wobei Amortisationszeiten von etwa drei Jahren erreicht wurden. Aufbauend auf diesen Erfolgen können nun auch Wärmeschutzmaßnahmen mit längeren Amortisationszeiten realisiert werden.

Die Amortisationszeit ist einer der Schlüsselbegriffe im Zusammenhang mit der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen. Viele Kommunen wägen auf Grund nicht oder nur sehr knapp vorhandener finanzieller Mittel genau ab, welche Maßnahmen realisiert werden können. Eines der Zauberwörter, um der finanziellen Not zu entkommen, ist „Contracting“. Diese Form der Finanzierung mit externen Geldern wird von Kommunen vorwiegend im Bereich der Heizungssanierung genutzt. Die Verantwortlichen in den Kommunen sind dabei oft gezwungen, ohne ausreichende Hintergrundinformationen und Einschätzung der Erfolgsaussichten zu handeln, so dass weniger betriebliche Praxiserfahrungen als vielmehr vollmundige Versprechungen von Contracting-Anbietern die Entscheidungsfindung beeinflussen. Angesichts dieser Situation wurden auf dem Fachkongress konkrete Erfahrungen mit Contracting-Vorhaben dargestellt und in der Diskussion um das Für und Wider dieses Instrumentes zur Heizungssanierung zusätzliche Entscheidungshilfen angeboten¹³.

4. *Energiesparaktionen*

Eine Reihe von Untersuchungen und praktischen Erfahrungen aus Städten belegen, dass das Nutzerverhalten sowohl den Heizenergie- als auch den Stromverbrauch von Gebäuden nachweisbar beeinflusst. Auch der Einsparerfolg von investiven Maßnahmen hängt in hohem Maße von der Bedienung der technischen Anlagen und vom Nutzerverhalten ab. Daher hat die Stadt Frankfurt am Main verschiedene Maßnahmen ergriffen, um die Nutzer von öffentlichen Gebäuden (Schulen und Verwaltungsgebäude) zu energie- und wassersparendem Verhalten anzuregen¹⁴. Dazu gehören die Motivation durch Einführung einer Erfolgsbeteiligung für Nutzer und Energiebeauftragte der einzelnen Gebäude sowie die Information durch Entwicklung eines Seminarprogramms für Energiebeauftragte.

Mit der Motivation, einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, führt die Stadtverwaltung München die Aktion „Pro Klima – Contra CO₂“ durch¹⁵. Dabei setzt die Stadt auf Einsicht statt auf Anweisungen und auf die Eigenverantwortlichkeit der Gebäudenutzer. In insgesamt 23 Verwaltungsgebäuden wurden Beauftragte mit der Durchführung der Aktion betraut. Und obwohl die Gebäudenutzer finanziell an den eingesparten Energiekosten beteiligt wurden, waren für sie Verantwortungsbewusstsein und Umweltengagement ein größerer Anreiz als die versprochene finanzielle Belohnung.

12 Vgl. Beitrag von Markus Noldin, S. 87 ff.

13 Vgl. Beitrag von Michael Nawroth, S. 99 ff.

14 Vgl. Beiträge von Mathias Linder, S. 113 ff., und Gerd Prohaska, S. 119 ff.

15 Vgl. Beitrag von Herbert Hofmuth, S. 107 ff.

In Düsseldorf hat der Rat beschlossen, dass in allen öffentlichen Gebäuden Energie durch Veränderung des Nutzerverhaltens gespart werden soll. Die Verwaltung hat daraufhin das Projekt „Mit Energie gewinnen“ ins Leben gerufen. Eine wichtige Zielgruppe für das Projekt sind – sozusagen als Investition in die Zukunft – Kindertagesstätten, obwohl die durch Beeinflussung des Nutzerverhaltens zu erschließenden Energie- und Wassersparpotenziale im Vergleich zum gesamten städtischen Energieverbrauch relativ gering sind. Auf dem Fachkongress wurden die eigens für diese Zielgruppe entwickelten spezifischen Ansätze und zu beachtende Besonderheiten vorgestellt¹⁶.

Neben Energiesparaktionen in den eigenen Gebäuden ergreifen einzelne Kommunen auch die Möglichkeit, solche und ähnliche Aktionen bei Akteuren anderer Handlungsfelder zu initiieren, so zum Beispiel im Handwerk oder im Dienstleistungssektor. Die Stadt Düsseldorf ist in dieser Richtung bereits seit mehreren Jahren aktiv und startete 1999 ein Modellvorhaben zur Energieeinsparung in Krankenhäusern, Sozialeinrichtungen und privaten Dienstleistungsbetrieben. Aufbauend auf den Erfahrungen der Stadt sammelten die Energiebeauftragten im Rahmen eines Workshops Argumente, um Unternehmen der Dienstleistungsbranche zu überzeugen, eigene Energiesparmaßnahmen zu realisieren¹⁷. Sie warnten jedoch vor übertriebenen Erwartungen, da sich viele Unternehmen ausschließlich an der Rentabilität einer Maßnahme orientieren. Dennoch sollte der Versuch unternommen werden, die Dienstleistungsunternehmen bei der Akquisition und Beratung im Energiebereich von der reinen Kostenbetrachtung weg- und zu einer anderen Sichtweise mit umfassenderen Motiven hinzuführen.

5. *Gebäudeleittechnik*

Die Erfahrungen zeigen, dass regelmäßige Energieverbrauchserfassung und -auswertung Grundvoraussetzungen für das Erkennen von übermäßigem Energieverbrauch sind. Da die manuelle Erfassung sehr zeit- und personalaufwendig ist, gehen immer mehr Kommunen dazu über, Gebäudeleittechnik zu installieren. Über einen Zentralrechner ist es dann möglich, die Betriebszustände aller Systeme der Heizanlagen, die in die Leittechnik integriert sind, zu jeder Zeit zu überprüfen und die Daten verfügbar zu machen. In der Stadt Potsdam wurde ein solches Leitsystem zu Beginn der Heizperiode 1999 installiert¹⁸. Das Projekt wird über einen Contracting-Vertrag finanziert, das heißt, die Stadt refinanziert die Investitionskosten über die durch das Gebäudeleitsystem eingesparten Energiekosten. In diesem Bereich wurden bisher von Kommunen kaum Contracting-Verträge geschlossen, so dass das Beispiel Anlass zu einer regen Diskussion über die Rahmenbedingungen eines solchen Vertrags gab.

6. *Rechtliche Rahmenbedingungen*

Ein Vortrag zu den Inhalten und Auswirkungen der Energieeinsparverordnung rundete den 6. Fachkongress ab. Im Mittelpunkt der Ausführungen standen die Auswirkungen von Wärmebrücken auf den Energiebedarf eines Gebäudes. Anhand eines Beispiels, dem An-

16 Vgl. Beitrag von Margit Roth, S. 127 ff.

17 Vgl. Beitrag von Hans-Wilhelm Hentze, S. 133 ff.

18 Vgl. Beitrag von Knut Grellmann und Sven Maletzki, S. 139 ff.

schluss einer Giebelwand an ein geneigtes Dach, wurden die durch Wärmebrücken entstehenden Wärmeverluste rechnerisch nachgewiesen und damit demonstriert, dass Versäumnisse oder Abweichungen von den Anforderungen in diesem Bereich einfacher als bisher überprüft werden können. Die erhöhten Anforderungen des Wärmeschutzes sind jedoch nur dann wirksam, wenn die Anforderungen der Energieeinsparverordnung und die der mitgeltenden Normen vor Ort auf der Baustelle fachgerecht umgesetzt und überwacht werden und der Nutzer sich entsprechend energiesparend verhält¹⁹.

Berlin, Februar 2001

Dr. Annett Fischer

19 Vgl. Beitrag von Wolf-Hagen Pohl und Stefan Horschler, S. 147 ff.

Liberalisierung des Strommarkts

Adam Schmitt und Volker Döringer

Der Bergsträßer Mix: 30 Prozent Öko-Strom-Anteil im Kreis Bergstraße

1. Einleitung und Zielsetzung

Mit der Umsetzung dieses Projekts werden die Bemühungen des Kreises Bergstraße mit dem Ziel einer nachhaltigen und umweltfreundlichen Energieversorgung seiner Liegenschaften konsequent fortgeführt. Anstelle der Installation eigener regenerativer Erzeugungsanlagen auf der Basis von Sonne, Wind, Wasser und Biomasse bestellt der Kreis Bergstraße bei seinen bisher sehr zuverlässigen Stromversorgern einen Anteil von im Mittel 30 Prozent an „Öko-Strom“ („Bergsträßer Mix“). Dieser „Öko-Strom“-Anteil wird von den Netzbetreibern zertifiziert, das heißt, es wird nachgewiesen, dass dieser Anteil aus regenerativen Stromerzeugungsanlagen (sowie zu einem geringen Teil auch aus energieeffizienten, mit Erdgas betriebenen Blockheizkraftwerken) stammt. Diese Zertifizierung erfolgt durch den TÜV bzw. das Öko-Institut. Der Kreis fördert dadurch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen bzw. den Neubau und/oder die Reaktivierung regenerativer Erzeugungsanlagen in der Region und unterstreicht damit seine Vorbildfunktion für die Bürger.

2. Vorgehensweise Stromeinkauf und Ergebnisse der Verhandlungen

Innerhalb des Kreises Bergstraße sind mehrere Abteilungen vom Stromeinkauf betroffen. Vertreter dieser Abteilungen, die im Folgenden aufgeführt sind, bildeten eine „Arbeitsgruppe Stromeinkauf“:

- „ Organisation und zentrale Dienste,
- „ Rechnungsprüfungsamt,
- „ Finanzabteilung,
- „ Schulabteilung,
- „ Hoch- und Tiefbau,
- „ Rechtsamt,
- „ Umweltamt,
- „ Kreiskrankenhaus Bergstraße,
- „ Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße.

Diese Arbeitsgruppe, die sich in regelmäßigen Abständen zu gemeinsamen Sitzungen traf, war mit folgenden Aufgaben betraut:

- „ Ermittlung der Stromverbräuche und -kosten des Jahres 1998 der rund 90 kreiseigenen Liegenschaften sowie vom Kreiskrankenhaus Bergstraße und der Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße;
- „ Ermittlung dieser Daten für die 22 Kommunen des Kreises Bergstraße (als Datengrundlage für eine ursprünglich angedachte gemeinsame Ausschreibung des Stromeinkaufs, die jedoch erst nach Eintreten einer Marktstabilisierung als sinnvoll erachtet wird);

- n Verhandlungsführung mit den vier im Kreisgebiet ansässigen Netzbetreibern mit den Zielen:
 - s Beibehaltung der bisherigen vier Netzgebiete;
 - s Preisnachlass gegenüber Stromkosten 1998 in Höhe von etwa zehn Prozent;
 - s Begrenzung der Vertragslaufzeit bis 31.12.2002 (danach evtl. Ausschreibung Stromeinkauf);
 - s Zukauf eines Anteils von „Öko-Strom“, der sich aus einem Preisnachlass von etwa zehn Prozent ergibt.
- n Erstellung einer Kreisausschuss-Vorlage, die die Ergebnisse der Verhandlungsführung erläutert.

Die Versorgungssituation für den Energieträger Strom bei den kreiseigenen Gebäuden, unterteilt in die verschiedenen Netzgebiete, ist in Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1: Stromverbrauch und -kosten getrennt nach Netzbetreibern (inklusive Mehrwertsteuer, 1998)*

Netzbetreiber	Stromverbrauch	Anteil	Stromkosten	Strompreis
HEAG Versorgungs-AG Darmstadt	8.047 MWh/a	71 %	1.701 TDM/a	21,1 Pf/kWh
GGEW Bergstraße AG Bensheim	1.685 MWh/a	15 %	507 TDM/a	30,1 Pf/kWh
EWB Worms AG	1.061 MWh/a	9 %	305 TDM/a	28,7 Pf/kWh
Stadtwerke Viernheim	517 MWh/a	5 %	134 TDM/a	25,8 Pf/kWh
SUMME:	11.310 MWh/a	100 %	2.646 TDM/a	23,4 Pf/kWh

*Quelle: Zusammenstellung Adam Schmitt und Volker Döringer.

Der sehr günstige Strompreis beim erstgenannten Netzbetreiber kommt durch die Stromversorgung des Kreiskrankenhauses Bergstraße und der Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße zustande, die sehr hohe Stromverbrauchswerte und damit günstige Lieferkonditionen aufweisen.

Die Daten der 22 Kreiskommunen sind hierbei aus zuvor genannten Gründen nicht aufgeführt, liegen jedoch für das Basisjahr 1998 ebenfalls vor.

Die sich aus der oben genannten Verhandlungsführung ergebenden Stromlieferkonditionen für den „Bergsträßer Mix“ sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Ein Vergleich der Stromkosten vor und nach der Verhandlungsführung mit den Netzbetreibern ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

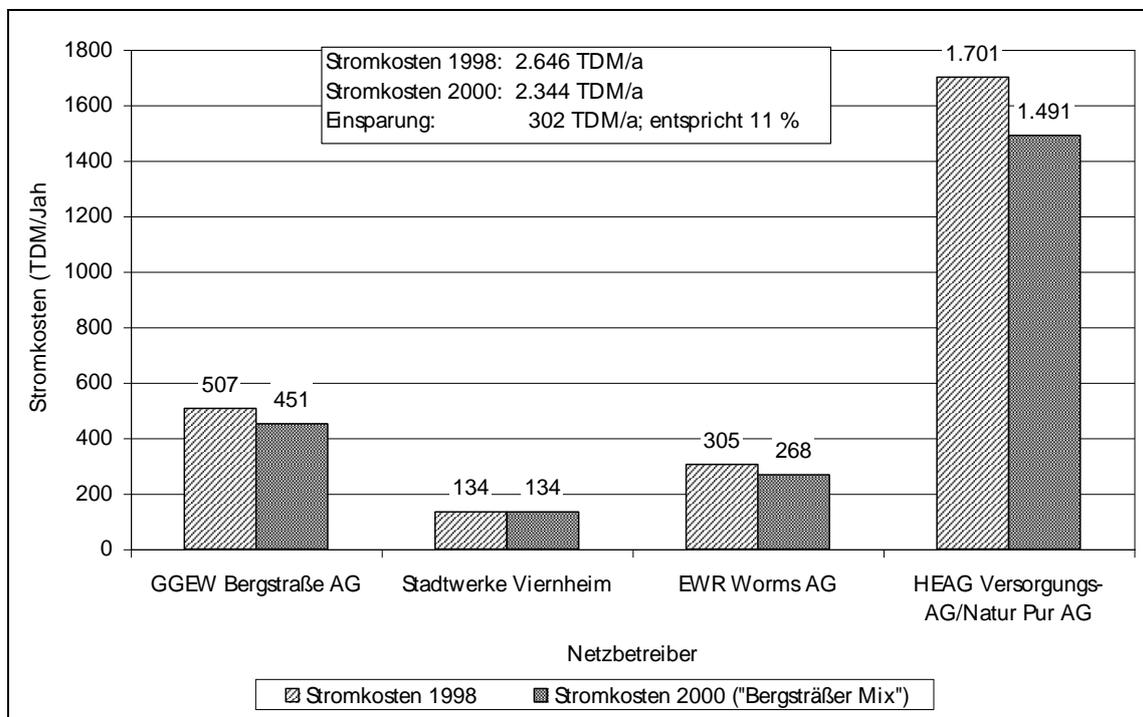
Die Kosteneinsparungen betragen bei den Netzbetreibern mit Ausnahme der Stadtwerke Viernheim elf Prozent bzw. zwölf Prozent. Die Kostengleichheit bei den Stadtwerken Viernheim resultiert aus den schon in der Vergangenheit günstigsten Strompreis-Konditionen im Kreis Bergstraße gegenüber allen anderen Netzbetreibern. Des Weiteren wird hier für den „Bergsträßer Mix“ ausschließlich aus energieeffizienten Blockheizkraftwerken (BHKW) erzeugter Strom genutzt, dessen höhere Erzeugungskosten über den gleichen Strompreis wie 1998, als nur zu einem geringen Teil BHKW-Strom bezogen wurde, gedeckt werden.

Tabelle 2: Stromkosten und -preise „Bergsträßer Mix“ (inklusive Mehrwertsteuer und Stromsteuer, 2000)*

Netzbetreiber	Stromkosten	Strompreis
HEAG Versorgungs-AG / HEAG NaturPur AG Darmstadt	1.491 TDM/a	18,5 Pf/kWh
GGEW Bergstraße AG Bensheim	451 TDM/a	26,8 Pf/kWh
EWR Worms AG	268 TDM/a	25,3 Pf/kWh
Stadtwerke Viernheim	134 TDM/a	25,8 Pf/kWh
SUMME:	2.344 TDM/a	20,7 Pf/kWh

Quelle: Zusammenstellung Adam Schmitt und Volker Döringer.

Abbildung 1: Vergleich der Stromkosten 1998 und 2000 („Bergsträßer Mix“)*



*Quelle: Darstellung Adam Schmitt und Volker Döringer.

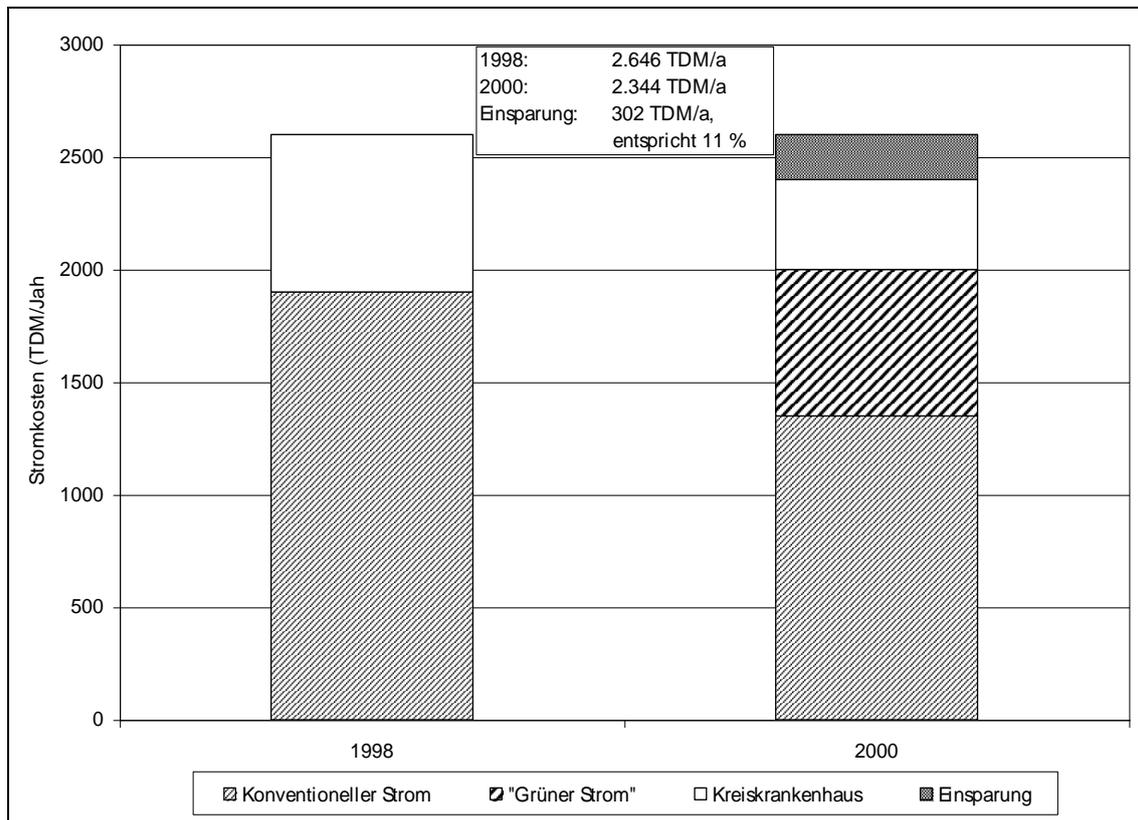
Der für die Sonderverträge bei der HEAG Versorgungs-AG (größter Stromlieferant) bereits bis zum 31.12.2002 abgeschlossene Rahmenvertrag wurde auf die HEAG NaturPur AG, eine 100-prozentige Tochter der HEAG Versorgungs-AG, übertragen. Der von dieser Tochtergesellschaft bezogene Öko-Strom-Anteil enthält nicht den größten Stromverbraucher im Kreisgebiet, das Kreiskrankenhaus Bergstraße in Heppenheim, das aufgrund des Kostendrucks im Gesundheitswesen vom Öko-Strom-Bezug ausgeschlossen wurde.

Eine zusammenfassende Übersicht der Struktur der jährlichen Stromkosten für die Bezugsjahre 1998 und 2000 („Bergsträßer Mix“) enthält Abbildung 2.

Hieraus ist zu erkennen, dass für den „Bergsträßer Mix“ eine Einsparung gegenüber 1998 in Höhe von rund 300.000 DM/Jahr, entsprechend elf Prozent der Strombezugskosten

von 1998, erwirtschaftet werden kann. Selbstverständlich hat hier das Kreiskrankenhaus Bergstraße aufgrund seines hohen Stromverbrauchsanteils (etwa 4.300 MWh/Jahr, entsprechend 38 Prozent des gesamten Stromverbrauchs) infolge der Liberalisierung des Strommarkts einen nicht zu vernachlässigenden Anteil an der erzielten Einsparung.

Abbildung 2: Struktur der jährlichen Stromkosten 1998 und 2000 („Bergsträßer Mix“)*

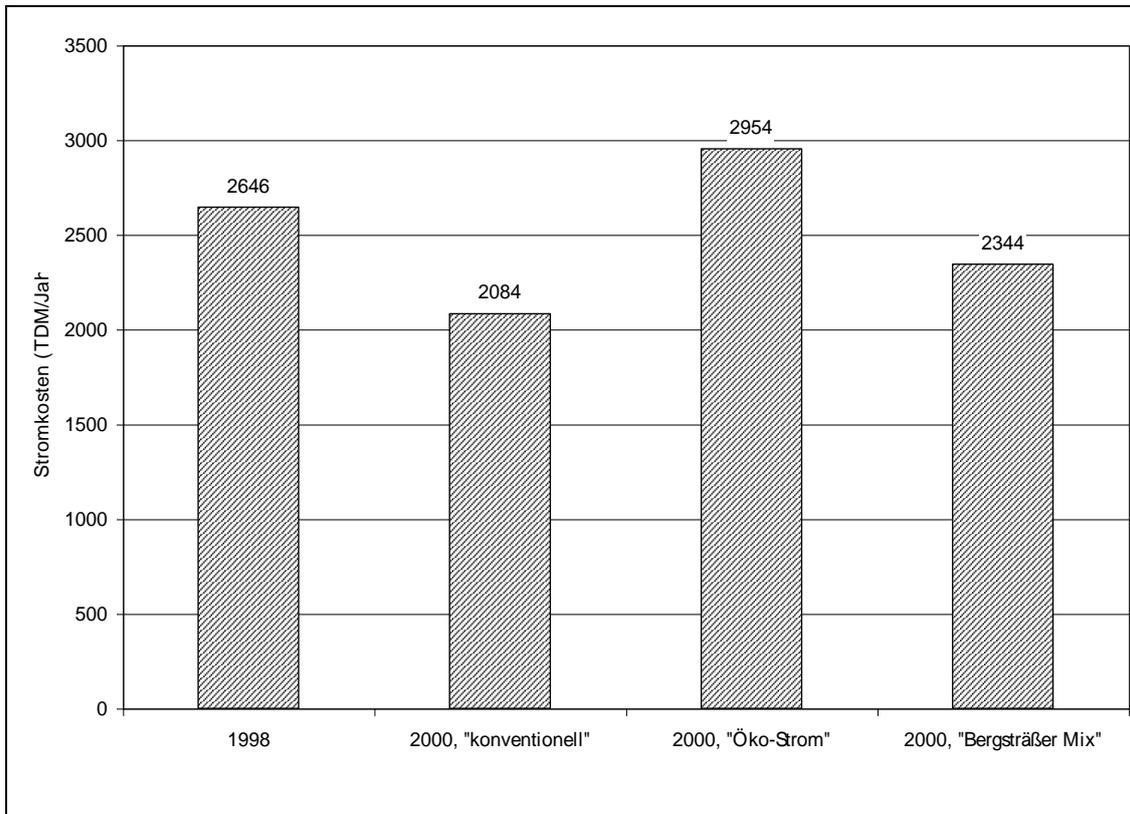


*Quelle: Darstellung Adam Schmitt und Volker Döringer.

Die Mehrkosten des „Bergsträßer Mixes“ gegenüber ausschließlich konventionell erzeugtem Strom aus Kohle- und Kernkraftwerken liegen bei jährlich rund 260.000 DM (Abb. 3).

Bei Bezug von einhundert Prozent „Öko-Strom“ wären allerdings zusätzlich etwa 610.000 DM jährlich gegenüber der nun gewählten Variante „Bergsträßer Mix“ zu investieren, was dem Kreis Bergstraße nicht gerechtfertigt und sinnvoll erschien. Die Vertragslaufzeiten werden zunächst bis zum 31.12.2002 begrenzt. Kostenreduzierungen aufgrund der Wettbewerbssituation bei der Strombeschaffung werden während der Vertragslaufzeiten direkt an den Kreis Bergstraße weitergegeben.

Abbildung 3: Jährliche Stromkosten 1998 und 2000 bei verschiedenen Szenarien*



*Quelle: Darstellung Adam Schmitt und Volker Döringer.

3. Zusammenfassung und weitere Vorgehensweise

Durch den Einkauf des „Bergsträßer Mixes“ und die damit für den Kreis Bergstraße entstehenden Mehrkosten gegenüber konventionellem Strombezug erfolgt indirekt eine Marktankurbelung im Bereich der regenerativen Stromerzeugung (Photovoltaik, Windkraft, Biomasse; Wasserkraft ist weitgehend ausgereizt!). Dies trägt zur Erhöhung der produzierten Stückzahlen, zu einer Reduktion der spezifischen Herstellungskosten und damit einhergehend zur Verminderung der Preise bzw. zur Absatzsteigerung bei, da diese Technik auch für den „Durchschnittsbürger“ erschwinglicher wird. Heimische Gewerbe- und Handwerksbetriebe profitieren von der Installation dieser innovativen Techniken, wobei die Mitarbeiter durch entsprechende Schulungen auszubilden sind.

Der Kreis Bergstraße selbst tritt nicht als Energielieferant auf, sondern überlässt dieses Geschäft auch weiterhin den kompetenten Partnern aus der Energiewirtschaft (GGEW Bergstraße AG Bensheim, Stadtwerke Viernheim, EWR Worms AG und HEAG Versorgungs-AG/HEAG NaturPur AG Darmstadt).

Als unmittelbare Folge dieses Projekts installierten zwei dieser Netzbetreiber bereits im Oktober 2000 je eine Photovoltaik-Anlage mit einer Spitzenleistung von 15 kW_{peak} bzw. 25 kW_{peak} auf Dachflächen von zwei kreiseigenen Schulen. Diese Anlagen decken das „Öko-Strom“-Angebot dieser Stromlieferanten teilweise ab, wobei der Kreis Bergstraße

seine Dachflächen im Rahmen eines Gestattungsvertrags über einen Zeitraum von 20 Jahren kostenfrei zur Verfügung stellt.

Durch das Festhalten an seinen bisherigen Stromversorgern unterstützt der Kreis Bergstraße den Fortbestand dieser eher kleineren Energiekonzerne. „Die Liberalisierung des Energiemarkts sollte eigentlich zu mehr Wettbewerb in der Stromwirtschaft führen, in der Zwischenzeit zeichnet sich jedoch eher das Gegenteil ab: Die Fusionen von Energiekonzernen treiben die Monopolisierung weiter voran.“¹

Nach Ende der Vertragslaufzeit der nun abgeschlossenen Strombezugsverträge (31.12.2002) strebt der Kreis Bergstraße eine gemeinsame Ausschreibung des Stromeinkaufs für seine eigenen Liegenschaften und die 22 Kreiskommunen an. Dies setzt voraus, dass bis zu diesem Zeitpunkt eine Marktstabilisierung auf dem Stromsektor eingetreten ist und die gesetzlichen Vorgaben dem nicht entgegenstehen. Des Weiteren soll dann auch der Erdgassektor einbezogen werden.

¹ G. Salvamoser (Freiburger Solar-Unternehmer), Ein neues Energiezeitalter beginnt, Vortrag im Rahmen des Bergsträßer Forums 2000 am 24.3.2000 in Heppenheim.

Hans-Joachim Hüftlein

Rahmenvertrag über die Strombelieferung der Stadt Lohr am Main

1. Ausgangssituation

Es bestehen Einzelverträge für jede Abnahmestelle mit unterschiedlicher Laufzeit. Die Versorgung erfolgt durch den ehemaligen Monopolisten, an dem die Stadt Lohr am Main mit etwa 25 Prozent beteiligt ist und mit dem der Rahmenvertrag abgeschlossen wurde.

Ziel: bessere Konditionen für Strompreise.

Zur Erstellung einer Marktübersicht wurde eine Internet- bzw. E-Mail-Umfrage mit folgendem Ergebnis durchgeführt:

- Sechs von acht zum Umfragezeitpunkt überregionalen Anbietern antworteten nicht.
- Ein Anbieter konnte die Anfrage nicht per E-Mail behandeln, antwortete aber auch auf eine Anfrage per Fax nicht.
- Ein Anbieter fragte nach der Zahl der Abnahmestellen und der Gesamtmenge.

Innerhalb der Verwaltung war es schwierig, die notwendigen Grundlagen zu ermitteln. Weder Verträge noch Zahl der Abnahmestellen oder Bezugsmengen sind ohne vertretbaren Aufwand zu erfassen. Die Stromrechnungen werden ohne Kenntnis des Vertrags geprüft und die sachliche und rechnerische Richtigkeit bestätigt.

2. Rahmenvertrag der kommunalen Spitzenverbände in Bayern

In dieser Situation, die einen erheblichen Aufwand für die Ermittlung der Grundlagen verursacht hätte, um einen Marktpreisüberblick zu erhalten, hatte die Stadt Lohr Glück. Die kommunalen Spitzenverbände in Bayern führten eine Ausschreibung durch, die Sicherheit über den marktgerechten Strompreis zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses herbeiführte.

- Vorteil eines Rahmenvertrags:
Die Einzelstromverträge bleiben bestehen, der Rahmenvertrag ändert den Einzelpreis und enthält die Möglichkeit der Laufzeitanpassung für jeden der Einzelverträge mit folgenden Klauseln:
„Der Inhalt dieser Rahmenvereinbarung wird mit Vorrang Inhalt der individuellen Stromlieferverträge zwischen den Parteien.“
„Sofern die Laufzeit bestehender Einzelverträge über die Laufzeit der Rahmenvereinbarung hinaus geht, so erfolgt auf Wunsch der Kommune die Anpassung des Einzelvertrags an die Laufzeit der Rahmenvereinbarung.“
- Ausschreibungspflicht des Rahmenvertrags:
Nach Auffassung der bayerischen Staatsregierung ist kein Vertrag über die Lieferung von Energie nach VOL auszuschreiben; Einzelverträge erreichen in der Regel nicht die VOL-Schwellenwerte. Im Informationsschreiben vom 23.8.1999 führt das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie aus: „Schließen

Kommunen Rahmenverträge im Strombereich ab, sind diese *nicht* ausschreibungspflichtig. Rahmenverträge sind Vereinbarungen, in denen Bedingungen für Einzelaufträge festgelegt werden, die im Laufe eines Zeitraums vergeben werden sollen. Da der Rahmenvertrag nur die Bedingungen enthält, nicht aber selbst schon die entgeltliche Auftragserteilung darstellt, unterfällt sein Abschluss nicht den Vergabebestimmungen. Ausschreibungspflichtig ist erst die Vergabe des jeweiligen Einzelauftrags (a.A. VÜA Bund Beschluss 9/94).“

- „ Marktpreis:
Die Ausschreibung der kommunalen Spitzenverbände gibt Sicherheit über einen marktgerechten Preis zum Abschlusszeitpunkt des eigenen Vertrags mit dem regionalen Versorger.
- „ Ergebnis:
Mit dem Sieger des Wettbewerbs schlossen die bayerischen kommunalen Spitzenverbände den Rahmenvertrag ab, der allen bayerischen Kommunen die Möglichkeit bot, diesem beizutreten.

3. Weg der Stadt Lohr am Main

Die Stadt Lohr am Main nahm diese Beitrittsmöglichkeit nicht wahr, sondern schloss einen regelungsgleichen Rahmenvertrag mit dem eigenen Tochterunternehmen, dem örtlichen Versorger, ab.

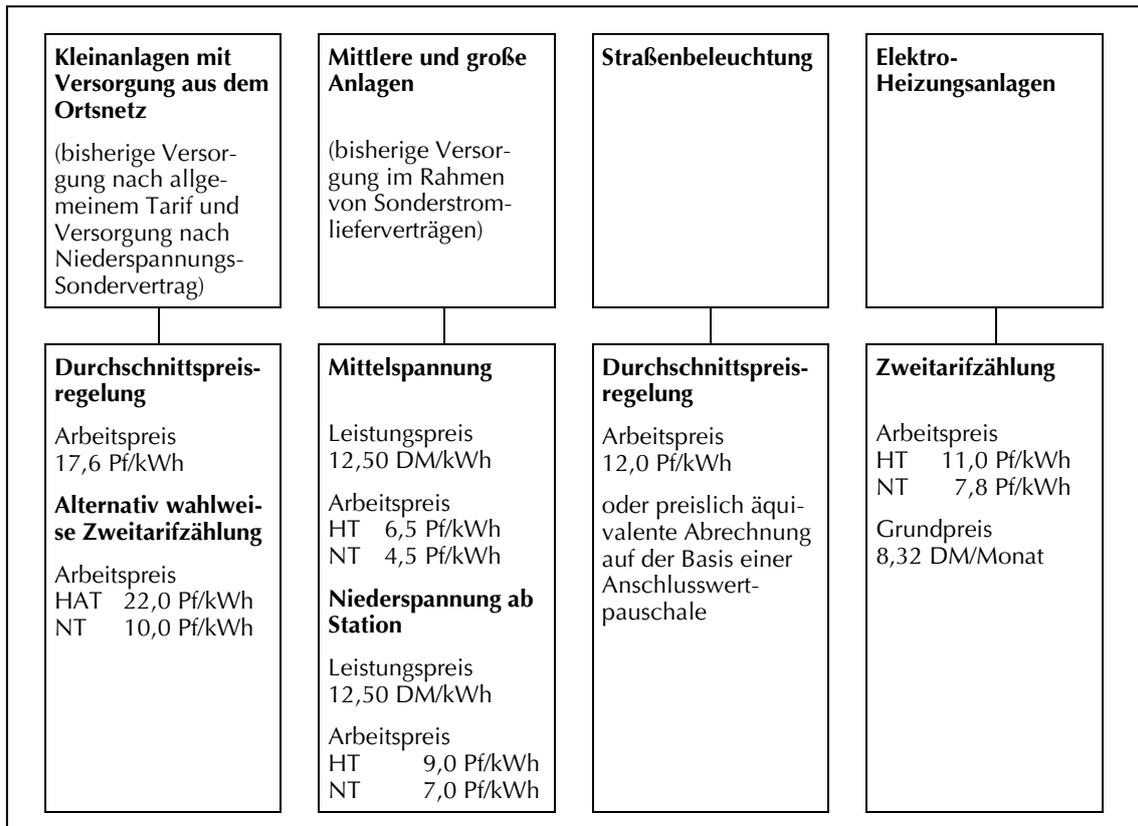
Vorteile:

- „ gleich bleibender Service vor Ort,
- „ einfache Abwicklung,
- „ Versorgungssicherheit, da zum damaligen Zeitpunkt Unsicherheit bezüglich Durchleitung herrschte,
- „ keine Umsatzminderung bei dem eigenen Tochterunternehmen.

4. Ergebnisse

- a) Verwaltungsvereinfachung:
Die Stadt arbeitet mit nur einem Vertrag mit wenigen verschiedenen Tarifen.
- b) Organisationsänderung:
Die Stromrechnungen werden durch die zentrale Beschaffungsstelle angenommen und verteilt. Der Umweltbeauftragte erhält eine Rechnungsdurchschrift, um so das Energiecontrolling zu ermöglichen.
- c) Rahmenvertrag:
Dieser überlagert die weiter gültigen Einzelverträge und hat wie oben beschrieben eine Laufzeit bis Ende 2001. Der Nachteil der relativ langen Laufzeit wird durch das Sonderkündigungsrecht nach gescheiterten Nachverhandlungen ausgeglichen.

- d) Nachverhandlungsrecht für beide Vertragsparteien:
„Die Vertragspartner werden die weitere Preisentwicklung auf dem Strommarkt beobachten. Ergibt ein Vergleich der Preise mit der Preisregelung der Rahmenvereinbarung unter Würdigung aller Vertragsbedingungen, dass die Preisregelung der Rahmenvereinbarung ungünstiger ist, werden die Vertragspartner unverzüglich Verhandlungen aufnehmen, um eine Anpassung des Vertrags zu erreichen. Kommt keine Einigung innerhalb von drei Monaten zustande, kann die Rahmenvereinbarung unabhängig vom Nachweis einer Änderung der Preise mit einer Frist von drei Monaten zum Ende eines Kalenderhalbjahres gekündigt werden.“ Das Nachverhandlungsrecht besteht ausschließlich für den Fall einer Änderung des Marktpreises. Eine Nachverhandlungsmöglichkeit wegen höherer Gestehungskosten des Versorgers z.B. aufgrund erhöhter Einspeisungsentgelte nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz oder dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz besteht somit nicht.
- e) Rückwirkungsklausel hinsichtlich Preis
Die ausgehandelten Bezugspreise gelten rückwirkend ab 1.7.1999 bzw. ab 1.10.1999. Für Abnahmestellen außerhalb des allgemeinen Tarifs wurde eine zusätzliche pauschalierte Rückerstattung in Höhe von zehn Prozent ab 1.1.1999 vereinbart.
- f) Preisregelung der Vereinbarung
Der Rahmenvertrag legt die aus Abbildung 1 hervorgehenden Strompreise fest. Derzeit wird überprüft, ob die Tarifregelung für die niederspannungsseitige Versorgung mittlerer und großer Anlagen für Objekte mit ungünstiger Nutzungsstruktur wie Schulen nicht zu überhöhten Preisen pro kWh führt.

Abbildung 1: Vertragliche Preisstruktur¹*

*Quelle: Zusammenstellung Hans-Joachim Hüftlein.

- 1 Nettopreise inklusive eventuell anfallender Konzessionsabgabe (bis maximal 2,6 Pf/kWh, für NT-Bezug 1,2 Pf/kWh, für Sondervertragskunden bis 0,22 Pf/kWh, zuzüglich Stromsteuer und Umsatzsteuer in der jeweils geltenden gesetzlichen Höhe.

Karin Schnick

Aufbau einer „Insellösung“ zur öffentlichen Stromversorgung

Zusammenfassung

Ein Neubaugebiet in Hattersheim mit einer Fläche von insgesamt 15,5 Hektar soll in den kommenden Jahren Zug um Zug erschlossen werden. Der erste von insgesamt sieben Bauabschnitten mit 122 Wohneinheiten wird innerhalb des Jahres 2001 abgeschlossen sein.

Für diesen in der Bebauung befindlichen ersten Bauabschnitt wurde von den Stadtwerken der Stadt Hattersheim am Main¹ ein Nahwärmenetz gebaut und betrieben. Die Versorgung erfolgt durch ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einhundert Kilowatt thermischer und fünfzig Kilowatt elektrischer Leistung sowie zwei zusätzlichen Gaskesseln mit einer Anschlussleistung von insgesamt neunhundert Kilowatt.

Neben der Erschließung von Nahwärme, Wasser, Abwasserkanal und Straße wird von den Stadtwerken ebenfalls das komplette niederspannungsseitige Stromnetz und die Straßenbeleuchtung erschlossen.

Das Stromnetz ist so konzipiert, dass der vom BHKW erzeugte Strom in das Niederspannungsnetz eingespeist und direkt an den Endkunden abgegeben wird. Der fehlende Zusatzstrom wird über eine Trafostation der Stadtwerke auf der Mittelspannungsebene (zwanzig Kilovolt) von den Mainkraft-Werken (Regionalversorger) bezogen und über das eigene Niederspannungsnetz an die Endkunden weitergeleitet.

Im Folgenden wird erläutert, wie diese Lösung zustande kam.

1. Bau des Blockheizkraftwerk

In der Sitzung am 18.3.1999 fasste das Stadtparlament den einstimmigen Beschluss, das Neubaugebiet (Hattersheim Südwest VIII) „Gärtnerort“ mit Nahwärme durch ein Blockheizkraftwerk zu versorgen. Dabei wurde festgelegt, die Wärmezentrale bis zur Fertigstellung aller Häuser nur mit einem Spitzenkessel auszurüsten. Erst nach Abschluss der gesamten Baumaßnahme (ursprünglich geplant für 2001) sollte zusätzlich ein Blockheizkraftwerk installiert und in Betrieb genommen werden.

Als sich abzeichnete, dass sich die Häuser des Bauträgers schneller auf dem Markt absetzen ließen, unterbreitete das planende Ingenieurbüro den Vorschlag, das BHKW bereits während der Bauphase mit auszuführen.

2. Bau und Betrieb des Stromnetzes

Zu diesem Zeitpunkt war deutlich, dass es durch die Liberalisierung Verschiebungen auf dem Strommarkt gibt. Es zeichnete sich ab, dass die seitens der Mainkraft-Werke zuge-

1 Die Stadtwerke Hattersheim sind ein Eigenbetrieb der Stadt nach § 5 der Hessischen Gemeindeordnung vom 9.6.1989.

sagten Einspeisevergütungen für den Strom aus dem BHKW der Stadtwerke (in der Kalkulation wurden neun Pfennig angenommen) nicht erzielt werden können. Daraufhin nahm die Stadt Hattersheim Kontakt zu Fachleuten (Ingenieurbüros, dem edz Rheingau-Taunus-Kreis und Strommaklern) und Betroffenen (städtische Wohnungsbaugesellschaft mit drei Mini-BHKW) auf.

Die Gespräche verdeutlichten, dass es absolute Priorität haben muss, dass die Stadt das Stromnetz selbst baut und betreibt. Nur so besteht die Möglichkeit, den Kunden in diesem Gebiet den Strom aus dem BHKW der Stadtwerke direkt anzubieten und dabei einen für die Kunden angemessenen Preis zu erzielen. Die Stadtverordnetenversammlung hat am 24.6.1999 den Beschluss gefasst, die Stadtwerke Hattersheim mit der Durchführung der notwendigen Erschließungsmaßnahmen (Netz, Trafostation, Zähler) zu beauftragen.

3. Aushandlung der Konditionen für die Zusatzstromversorgung

Da das BHKW nur zur Deckung der Grundlast im Wohngebiet ausgelegt ist, fragten die Stadtwerke die folgenden Varianten für den Bezug von Zusatzstrom bei fünf Energieversorgungsunternehmen an:

n Variante 1

- s Lieferung von Strom mittelspannungsseitig (20 kV)
- s Schnittstelle: eigene Trafostation der Stadtwerke
- s Sekundärseitig: 20 kV Mittelspannungsseite
- s Leistung etwa 305 kVA
- s Jahresarbeit rund 350.000 kWh

n Variante 2

Der Stromlieferant ist gegen Bezahlung eines entsprechenden Entgeltes berechtigt, das von den Stadtwerken erstellte Niederspannungsstromnetz zu nutzen. Der Endkunde (Haushalt) wird dabei vom Stromlieferanten direkt beliefert, die Abrechnung erfolgt zwischen dem Stromlieferanten und dem Endkunden.

Dazu wurden zwei Teilangebote eingefordert:

Angebot für die Benutzung des Niederspannungsnetzes inklusive der Stromzählereinrichtungen (Durchleitungsgebühr)

- s Angebot für den vom BHKW erzeugten Strom (Einspeisevergütung)
- s Jahresarbeit: BHKW etwa 5.000 Stunden x 50 kW el. = 250.000 kWh (Prognose für die vom BHKW erzeugte Strommenge im Jahr)

n Variante 3

- s Die Stadtwerke betreiben das BHKW und das Niederspannungsstromnetz.
- s Der zu erwartende Zusatzstrombedarf liegt bei etwa 350.000 kWh/Jahr. Es erfolgt keine Leistungsmessung (Abrechnung nach so genanntem „Tankstellentarif“²).

Zeitgleich zu den Überlegungen der Stadt bezüglich der Versorgung des Neubaugebiets versuchten die Mainkraft-Werke durch rückwirkende Verträge (Januar 1999 bis Juni 2001) für städtische Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung die Kommunen in ihrem Versorgungsgebiet als Kunden zu binden. Sie boten für einen Zeitraum von zweieinhalb

2 Festpreis je kWh Verbrauch ohne gesonderte Berücksichtigung der Lastspitzen.

Jahren rund 200.000 DM Rabatt an. Die eingeräumten Rabatte bei den reinen Stromkosten belaufen sich für die verschiedenen Liegenschaften auf fünf bis zwölf Prozent. Der größte Teil des angebotenen Rabatts (25 Prozent) war auf den rückläufigen Kapitaldienst für die Straßenbeleuchtung zurückzuführen. Es war zu erkennen, dass hier wesentlich bessere Konditionen am Markt zu erzielen sein müssten.

Daraufhin begann die Stadt, mit den Mainkraft-Werken zu verhandeln. Um bessere Konditionen für die Zusatzstromversorgung des Neubaugebiets auszuhandeln, brachte die Stadt alle städtischen Liegenschaften als zusätzliche Verhandlungsmasse ein³. Nach harten Verhandlungen erreichte die Stadt eine Einigung auf Variante 3. Diese Variante wurde von der Stadt von Anfang an favorisiert, die EVUs bevorzugten Variante 1.

4. Verhandlungsergebnisse

Im Dezember 1999 wurden folgende Verträge (Laufzeit bis 30.6.2001) abgeschlossen.

- Zusatz zum Konzessionsvertrag: Für die städtischen Liegenschaften wird ein Rabatt eingeräumt, der die jährlichen Kosten von etwa 290.000 DM auf etwa 210.000 DM reduziert (Tarif 18/20 minus zehn Prozent Kommunalrabatt). Dies gilt für alle Kommunen im Versorgungsgebiet der Mainkraft-Werke.
- Zusatz zum Straßenbeleuchtungsvertrag: Die Gesamtkosten werden um etwa 25 Prozent reduziert.
- Der Vertrag über die Lieferung von Zusatzstrom für das Neubaugebiet enthält eine kostenfreie Betriebsführung (inklusive Stördienst usw.) seitens der Mainkraft-Werke; die Kosten je kWh betragen 12,5 Pfennig (netto) ohne Strom- und Umsatzsteuer. (Das ursprüngliche Angebot lag bei 19 Pfennig plus „Blindmehrarbeit“ von zwei Pfennig je/kvarh plus 50 DM/Monat Grundgebühr plus 18.000 DM/Jahr für den Bereitschaftsdienst.)

Mündlich wurde vereinbart, dass die Mainkraft-Werke die Stadt in diesem (der Versorgung des Neubaugebiets) und allen weiteren städtischen Vorhaben unterstützen und die Stadtwerke Hattersheim im Gegenzug bis zum Ablauf des Vertrages (30.6.2001) keine Mainkraft-Werke-Kunden abwerben⁴. Mittlerweile hat sich die Zusammenarbeit zwischen Stadt und Stadtwerken Hattersheim und den Mainkraft-Werken sehr gut entwickelt.

5. Ein Beispiel macht Schule

Der Bebauungsplan und die Erschließungsvereinbarung für ein weiteres Neubaugebiet der Stadt Hattersheim sehen auch dort eine Versorgung auf der Basis von Kraft-Wärme-Kopplung vor. Dafür hat sich ein privater Investor gefunden, der die gesamte Energieversorgungsanlage nach Fertigstellung der Stadt kosten- und lastenfrei übertragen wird.

3 Zuvor hatte die Stadt bereits versucht, für die städtischen Liegenschaften günstigere Konditionen auszuhandeln.

4 Seit Mai 1999 sind die Stadtwerke Hattersheim im Besitz der § 3-Genehmigung und könnten somit hessenweit als Stromversorger auftreten.

6. Politische Ziele der Stadt Hattersheim

- „ Förderung von Kraft-Wärme-Kopplung oder regenerativer Energieerzeugung;
- „ mittel- und langfristige Vergabe der Heizungsanlagen aller städtischen Liegenschaften als Contracting-Auftrag an die Stadtwerke Hattersheim;
- „ Betrieb der Heizungsanlagen von Privaten (z.B. Altenpflegeheim, Gesamtschule, Wohnungsbaugesellschaft usw.) durch die Stadtwerke Hattersheim auf Contracting-Basis;
- „ Betrieb von Solaranlagen im öffentlichen Bereich (z.B. Schwimmbad) und Förderung des Baus von Solaranlagen im Privatbereich.

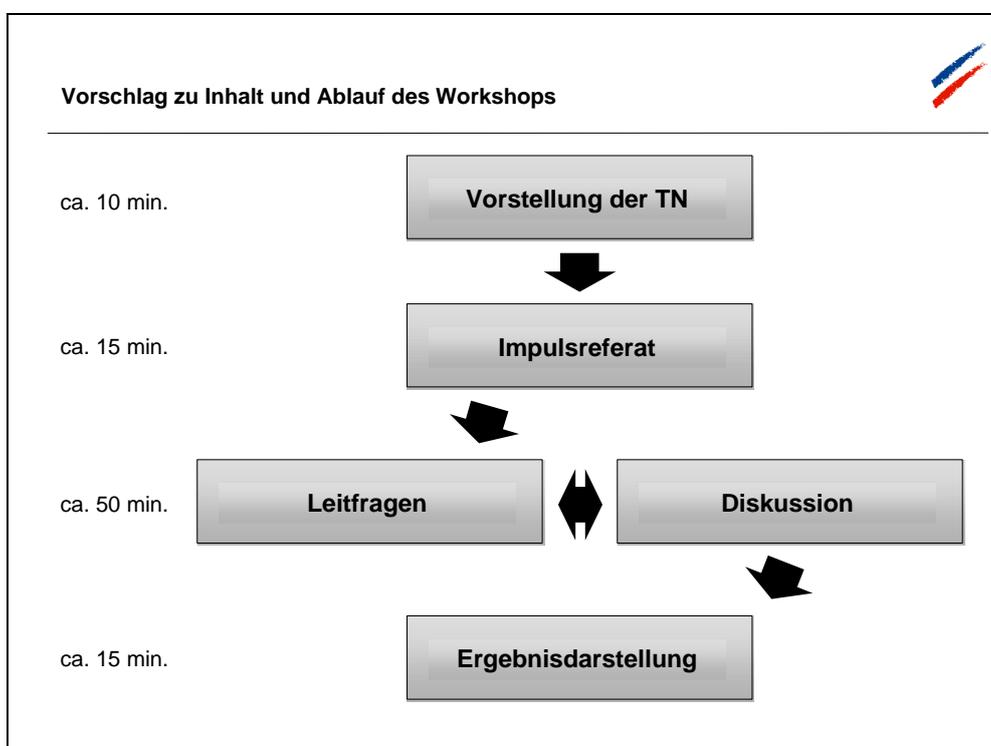
Wilm Feldt

Energiesparen vor dem Hintergrund der Liberalisierung – überhaupt noch lohnenswert?

Strom wird immer billiger, Energiesparen rechnet sich nicht mehr – der Frust der Energiebeauftragten scheint vorprogrammiert. In dem Workshop sollten die Chancen der Liberalisierung und die neuen Freiheitsgrade diskutiert werden.

1. Ablauf des Workshops

Abbildung 1: Inhalt und Ablauf des Workshops*



*Quelle: Darstellung Wilm Feldt.

2. Hintergrund des Workshops

Anlass zur Durchführung dieses Workshops war Anfang des Jahres 2000 die Idee, sich mit den eventuellen positiven Konsequenzen der Energiemarkt-Liberalisierung auseinander zu setzen. Dieses war geplant vor dem Hintergrund stark fallender Preise für Strom auch im kommunalen Bereich. Mittlerweile wurde die Schärfe dieser Entwicklung abgefangen durch entsprechende zusätzliche Kostenfaktoren, die durch rechtliche Änderun-

gen begründet sind (Anhebung Stromsteuer, Kostenumlage KWK-G¹ und EEG², siehe auch Abbildung 2).

Abbildung 2: Hintergrund des Workshops*



Hintergrund des Workshops

- >> Investitionsbank-Energieagentur (IB-EA) Schleswig-Holstein: (wettbewerbsneutraler) Dienstleister u.a. für das Land und die Kommunen in Schleswig-Holstein
- >> Referent: >> Projektleiter z.B. für Energiemanagement-Projekte
 >> Leitung des Arbeitskreis der Energiebeauftragten in Schleswig-Holstein
- >> Anfang 2000 „Idee“ von Difu und IB-EA: Workshop zu Konsequenzen der Energiemarkt-Liberalisierung für kommunale Energiebeauftragte
- >> heute: teilweise von der aktuellen Entwicklung überrollt (Preise und Gesetze)
- >> Hoffnung: Grundprinzipien bleiben erhalten!!!

*Quelle: Darstellung Wilm Feldt.

3. Ziel des Workshops

In Abstimmung mit den Teilnehmern, galt für den Workshop folgendes Ziel: Erarbeiten eines (positiven) „Stimmungsbildes“ zu den Folgen der Energiemarkt-Liberalisierung für die Tätigkeit der Energiebeauftragten.

4. Impulsreferat

Anhand der Abbildungen 3 bis 5 erfolgte eine Themeneinführung.

1 Gesetz zum Schutz der Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Koppelung vom 12.5.2000 (BGBl. I, S. 703).

2 Gesetz über den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) vom 31.3.2000 (BGBl. I, S. 305).

Abbildung 3: Themeneinführung I*



Themeneinführung I

- >> neues EWG vor etwa 2,5 Jahren
- >> Wettbewerb/Wegfall von Demarkation bei Strom
- >> starker Preisverfall über die Industrie auch in dem öffentlichen Bereich

- >> Erfahrung: neue Stromverträge als einseitige Angebote der Energieversorgungsunternehmen/Stadtwerke
(in der Regel reduzierte Preise nach alten Tarifmodellen)
- >> Chance, Stromkosten zu verringern
versus
- >> Risiko, Einsparmaßnahmen nicht mehr rentierbar
(ökonomische, nicht ökologische Effekte)

*Quelle: Darstellung Wilm Feldt.

Abbildung 4: Themeneinführung II*



Themeneinführung II

- >> zusätzliche Chancen:
 - >> Gestaltung von Tarifen (Vertragsbündelung)
 - >> Vereinfachung von Verwaltungsabläufen
 - >> Forderung nach aufbereiteten Informationen
 - >> Vereinbarung zusätzlicher Dienstleistungen
 - >> teilweise Nutzung der eingesparten Mittel für unwirtschaftliche CO₂-Minderungsmaßnahmen

*Quelle: Darstellung Wilm Feldt.

Abbildung 5: Themenfindung III*



Themeneinführung III

- >> zusätzliche Risiken:
 - >> Zwang zur Ausschreibung (Verhältnis zum lokalen Energieversorger)

- >> Einschätzung: „Neue“ Freiheitsgrade werden von den Energiebeauftragten noch nicht ausreichend genutzt

- >> teilweise neue Arbeitsinhalte und Kompetenzen für Energiebeauftragte

- >> Energiebeauftragter kann sich unentbehrlich machen

*Quelle: Darstellung Wilm Feldt.

5. Erarbeitung und Diskussion der Leitfragen

Insgesamt sechs Leitfragen wurden abgestimmt und diskutiert. Die wesentlichen Ergebnisse werden nachfolgend vorgestellt.

1. Was hat sich konkret an den Rahmenbedingungen geändert?

- „ Neues Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)³ mit der wesentlichen Folge des einsetzenden Wettbewerbs unter den Energieversorgungsunternehmen (Wegfall der Demarkation, Preisverfall),
- „ Einführung und stufenweise Anhebung der Stromsteuer (ab 1.1.2001 3,0 Pf/kWh),
- „ weitere Kostenfaktoren durch KWK-G und EEG,
- „ deutlicher Preisanstieg bei Heizöl extra leicht (HEL), Gas und Wärme,
- „ einsetzende Veränderungen in den Eigentumsverhältnissen der kommunalen Energieversorgungsunternehmen (Anteilsverkauf).

³ Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG) vom 24.4.1998 (BGBl. I, S. 730)

2. Welche persönlichen Erfahrungen als Energiebeauftragte gibt es?

- „ Die Chancen, die sich aus dem neuen EnWG ergeben, sind noch nicht in allen Verwaltungen hinreichend erkannt worden.
- „ Eine Reihe von Energieversorgungsunternehmen haben nach In-Kraft-Treten des EnWG ihren kommunalen Eignern ohne besondere Aufforderung neue Verträge zu in aller Regel nur geringfügig reduzierten Preisen angeboten. Weitere Verbesserungen wie z.B. Verschlankung der Tarifvielfalt waren häufig nicht vorgesehen.
- „ Verhandlungen mit den betreffenden Energieversorgungsunternehmen waren aus kommunaler Sicht häufig dann schwierig, wenn das Unternehmen gleichzeitig auch anerkannter Berater der Kommune in Energiefragen ist.
- „ Es scheint nicht in jedem Fall gesichert, dass der zuständige Energiebeauftragte in die Verhandlungen zwischen Kommune und Energieversorger eingebunden ist. Hier spielt insbesondere der Vorgesetzte des Energiebeauftragten eine zentrale Rolle. Mehrere Teilnehmer äußerten den Wunsch, von ihren Vorgesetzten „besser den Rücken gestärkt zu bekommen“.
- „ Eine mehrheitliche Einschätzung war: Viele Energiebeauftragte haben für dieses Thema schlichtweg nicht genügend Zeit. Insbesondere eine Vermischung der Tätigkeiten „Bauunterhaltung“ und „Energiemanagement“ führt häufig zu Einschränkungen der letzteren Tätigkeit, insbesondere wenn diese Aufgaben in Personalunion wahrgenommen werden.

3. Welche Chancen und Risiken birgt die Liberalisierung für die Energiebeauftragten?

Chancen:

- „ Stromkosten im angemessenen Rahmen zu senken,
- „ Möglichkeiten, andere, insbesondere einfachere Tarifstrukturen zu vereinbaren,
- „ Vereinfachung von internen Verwaltungsabläufen durch Rahmenverträge und gebündelte Rechnungsstellung und Abschlagszahlungen,
- „ mehr Transparenz in der Kosten- und Verbrauchsübersicht, auch durch Vorgaben gegenüber dem Energieversorgungsunternehmen bezüglich der Übermittlung und Aufbereitung von Informationen,
- „ alternative Anbieter (wird in der Regel nicht wahrgenommen),
- „ Koppelung der Energielieferung mit Dienstleistungen des Energieversorgers,
- „ Investition eines Teils der eingesparten Mittel in rein ökologische (unrentierliche) Maßnahmen.

Risiken:

- „ falsche Prioritätensetzung: Trotz fallender Stromkosten steigen die Preise für HEL, Gas und Wärme;

- „ einzelne Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs können auf Basis gesplitteter Tarife unwirtschaftlich werden;
 - „ der prinzipielle Zwang zur Ausschreibung von Stromlieferungen stellt unter Umständen die gewachsene Zusammenarbeit mit dem kommunalen Energieversorger in Frage.
4. *Gesamteinschätzung: Werden die Freiheitsgrade durch die Energiebeauftragten genutzt?*
- „ Nach Einschätzung mehrerer Teilnehmer werden die Möglichkeiten und potenziellen Freiheitsgrade aus der Energiemarktliberalisierung durch die Energiebeauftragten noch nicht im vollen Umfang genutzt. Die sich ergebenden Veränderungen könnten auch abschreckend wirken.
5. *Welche Konsequenzen erwachsen für die Aufgaben der Energiebeauftragten? Hat die Liberalisierung Einfluss auf das Berufsbild des Energiebeauftragten?*
- „ Energiebeauftragte können sich in ihren Verwaltungen unentbehrlich machen, wenn sie die neuen Kompetenzfelder besetzen bzw. besetzen können.
 - „ Grundsätzlich scheint eine Verbindung von technischen, wirtschaftlichen und Verwaltungskompetenzen Voraussetzung zu sein.
 - „ Eine Moderationsqualifikation ist dann angebracht, wenn Energiebeauftragte z.B. zwischen politischer Willensbildung und den Vorstellungen der Verwaltung im Sinne von Energieeinsparung und Ressourcenschutz vermitteln müssen.
 - „ Wesentlich ist die „Messbarkeit“ von Erfolgen, hierbei spielt insbesondere das Aufzeigen schneller Erfolge eine zentrale Rolle („Rosinenpickerei“).
 - „ Teilweise wurde darauf hingewiesen, dass die Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Liberalisierung eine klare Pflichtaufgabe von Energiebeauftragten sind oder werden müssen.

6. Fazit

Die Liberalisierung des Energiemarkts erweitert das Kompetenzspektrum der Energiebeauftragten. Es entstand das Bild, Energiebeauftragte tun gut daran, sich aktiv um die Ausgestaltung der Chancen zu kümmern, die sich aus der Liberalisierung ergeben. Hinter den Chancen steckt sehr viel mehr, als sich ausschließlich um Kostenreduzierung zu bemühen.

Die aktuellen rechtlichen Änderungen gleichen einen Teil des Strompreisverfalls wieder aus. Die Preise für Nutzwärme-Medien haben stark angezogen. Es ist von daher tatsächlich nicht von einer Gefährdung energiesparender Maßnahmen aus Rentierlichkeitsgründen auszugehen.

Die Ausgangsfrage des Workshops, ob Energiesparen vor dem Hintergrund der Liberalisierung überhaupt noch lohnenswert ist, ist daher mit „Ja“ zu beantworten.

Stromsparen

Wolfram Köhler

Methodik und praktischer Nutzen von Kennwerten – Strom

1. Allgemeines

Der korrekte Vergleich des Energieverbrauchs unterschiedlicher Gebäude gelingt nur, wenn allgemein anerkannte, einheitliche Maßstäbe angelegt werden. Energiekennwerte auf Grundlage der Richtlinie VDI 3807 können eine Basis für diesen Vergleich darstellen.

Dieser Beitrag befasst sich mit den Energiekennwerten für den Stromverbrauch¹. Im Rahmen der Brandenburger Landesinitiative „Helle Schule: Energie mit Sinn“ fand die VDI-Richtlinie 3807 praktische Anwendung. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden hier beschrieben.

2. Was sind Energiekennwerte?

Als Energiekennwert sollen hier die Kenngrößen verstanden werden, die den jährlichen Energieverbrauch eines Gebäudes ins Verhältnis zu seiner Energiebezugsfläche setzen und dabei den Bestimmungen der Richtlinie VDI 3807 Blatt 1 entsprechen. Die Energiekennwerte sollen für das jeweilige Gebäude repräsentativ sein.

Die genannte VDI-Richtlinie gilt für das Ermitteln und Anwenden von Energie- und Wasserverbrauchskennwerten für Gebäude, die mit Heizenergie, Strom, Wasser und Kühlenergie versorgt werden. Sie nimmt auf andere, bereits eingeführte Berechnungsvorschriften (VDI, DIN) Bezug und legt die Berechnungsmethoden für die Energiekennwerte fest.

Auf die Berechnung und Anwendungen der Heizenergiekennwerte und Wasserverbrauchskennwerte wird im Beitrag nicht weiter eingegangen.

3. Stromkennwertarten nach VDI 3807/1

Entsprechend dem Geltungsbereich werden folgende Kennwerte unterschieden:

- Stromverbrauchskennwert:
kennzeichnen den flächenbezogenen Verbrauch. Sie werden aus festgestellten Jahresverbrauchswerten berechnet.
- Strombedarfskennwert:
stellen theoretische Rechengrößen dar.

Der Stromverbrauchskennwert wird durch die Nutzarten Licht, Kraft, Wassererwärmung und Wirtschaftswärme beeinflusst. Elektroenergie, die der Wärmeversorgung (Elektrodirektheizung, Elektrospeicherheizung) des Gebäudes dient (Wärme als Endenergie) wird im Heizenergieverbrauchskennwert berücksichtigt.

¹ Mit den Kennwerten für die Bereiche Heizung und Warmwasser befasst sich der Beitrag von Heinz Dallmann, S. 71 ff.

3.1 Berechnung der Energiekennwerte

3.1.1 Strom-Energiekennwerte allgemein

Unabhängig von der Kennwertart errechnet sich der Energiekennwert, indem eine Endenergiemenge (festgestellt oder theoretisch errechnet) auf die Energiebezugsfläche des Gebäudes bezogen wird. Allgemein beschrieben durch:

$$1) \quad e = E / A_E$$

Die Größen werden auch mit Indizes geschrieben und stehen für:

- e = Energiekennwert allgemein
- e_{BS} = Strombedarfskennwert in kWh/m²a
- e_{VS} = Stromverbrauchskennwert in kWh/m²a
- E = Endenergie allgemein
- E_{BS} = errechneter Strom-Jahresbedarf in kWh/a
- E_{VS} = auf ein Jahr hochgerechneter Stromverbrauch in kWh/a
- A_E = Bezugsfläche in m²

3.1.2 Berechnung des Energieverbrauchs

Energiekennwerte beziehen sich immer auf den Endenergieverbrauch. Die Energiemenge also, die in das Gebäude gelangt und dort eventuell nochmals umgewandelt wird (Licht, Kraft, Wärme). Die Bewertung der gelieferten Energieträgermengen erfolgt nach folgender Vorschrift:

$$2) \quad E_{Vg} = B_{Vg} * H$$

Darin sind:

- E_{Vg} = errechneter Endenergieverbrauch in kWh
- B_{Vg} = gemessene verbrauchte Energiemenge in der jeweiligen Mengeneinheit
- H = Heizwert in kWh je Mengeneinheit

Der Heizwert ist aus Tafel 1 der VDI 3807/1 zu entnehmen. Auszugsweise sollen folgende Heizwerte genannt werden:

Tabelle 1: Heizwerte ausgewählter Energieträger*

Energieträger	Mengeneinheit	Heizwert (Energiegehalt)
Heizöl EL	l	10,0 kWh/l
Erdgas H	m ³	etwa 10,0 kWh/m ³ ^a
	kWh (B)	etwa 0,9 kWh/kWh (B) ^a
Heizwasser	kWh (MWh)	1,0 kWh/kWh
Elektrische Energie	kWh	1,0 kWh/kWh

^a Die genauen Werte sind beim Lieferanten zu erfragen.

*Quelle: Zusammenstellung Wolfram Köhler.

Üblicherweise ist der Strom-Endenergieverbrauch gleich der gemessenen Bezugsmenge. Als Bezugsmenge gilt die Menge, die in einem üblichen Bezugszeitraum von einem Jahr bezogen wird. Der Einfluss des Klimas auf den Verbrauch der Elektroenergie ist im Allgemeinen nicht zu berücksichtigen. Das trifft auch auf die Wassererwärmung mittels Strom für Sanitärzwecke zu.

Oft ist eine zeitliche Verbrauchsbereinigung erforderlich. Dabei ist zu beachten, dass der Verbrauch im Erhebungszeitraum repräsentativ für den Jahresverbrauch ist. Er wird dann wie folgt berechnet:

$$3) E_V = E_{Vg} * 365 / z_V$$

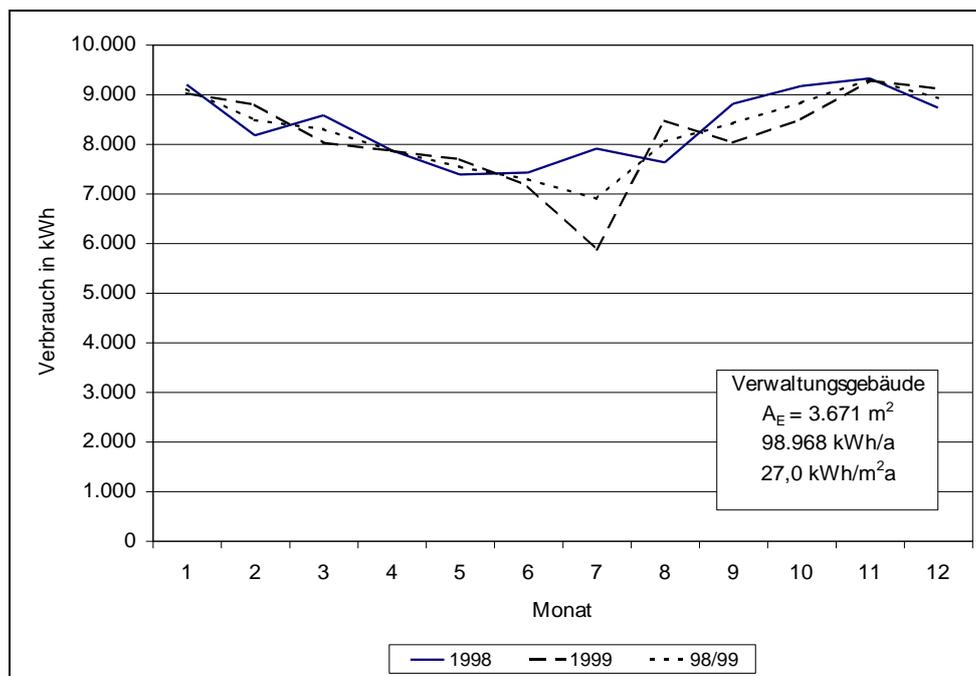
Darin sind:

- E_V = bereinigter Verbrauch in kWh
- E_{Vg} = gemessener Energieverbrauch in kWh
- z_V = Anzahl der Tage des Bezugszeitraums

Hochrechnungen enthalten immer die Gefahr der Ungenauigkeit. Eine Einschätzung, ob die jeweilige Hochrechnung eine repräsentative Aussage liefert, ist nach Kenntnis der Verbrauchsganglinie des jeweiligen Gebäudes möglich. Eine gute Einschätzung der Brauchbarkeit der Hochrechnung ermöglichen grafische Verbrauchsdarstellungen.

An Beispielen eines Verwaltungsgebäudes (Abbildung 1) und eines Gymnasiums (Abbildung 2) werden die Abweichungen deutlich. Der Jahresverbrauch (1998/99) ergibt sich als Summe des Verbrauchs in den einzelnen Monaten für das Verwaltungsgebäude zu $E_{Vs} = 98.958$ kWh/a.

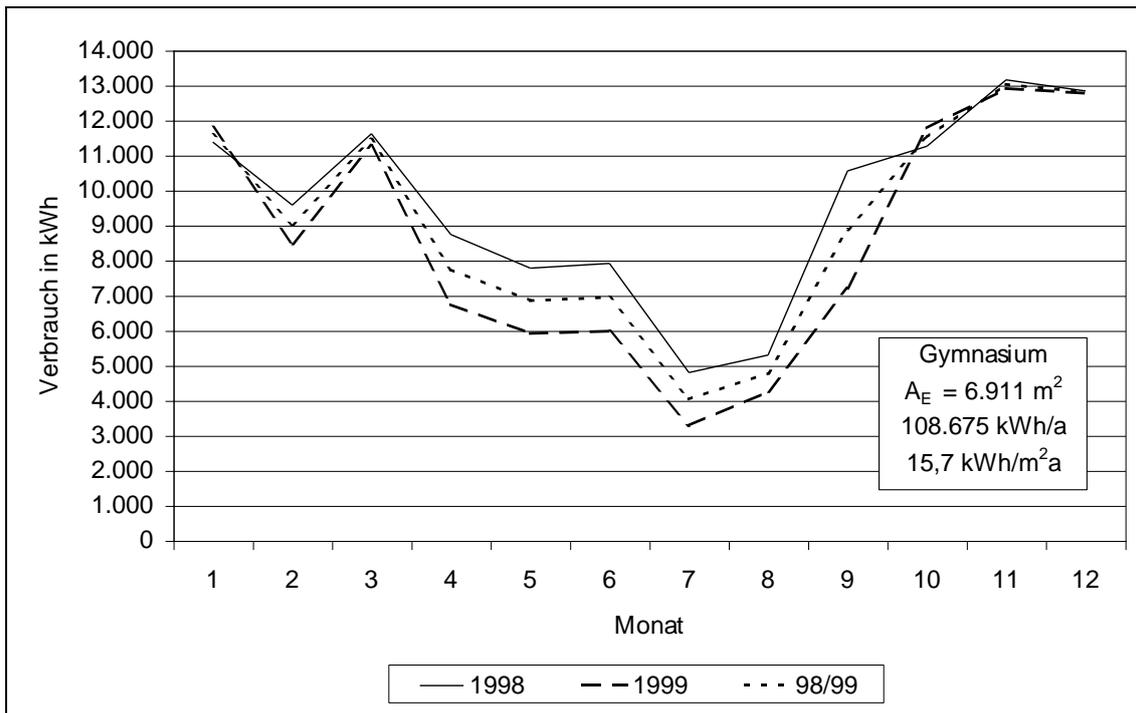
Abbildung 1: Stromverbrauch Verwaltungsgebäude*



*Quelle: Darstellung Wolfram Köhler.

Bei Hochrechnungen der Januar-, Juni- und Dezemberwerte ergeben sich für das Verwaltungsgebäude relative Abweichungen von 8,3 Prozent, -10,5 Prozent und 6,1 Prozent. Für das Gymnasium entstehen die entsprechenden Abweichungen zu 25,6 Prozent, -22,2 Prozent und 38,8 Prozent. Eine bessere Annäherung an den tatsächlichen Jahresverbrauch ist oft durch Hochrechnen der Halbjahreswerte aus den Monaten Januar bis Juni oder Juli bis Dezember möglich. In den genannten Beispielen betragen dann die Abweichungen nur -1,0 Prozent bzw. 0,5 Prozent vom tatsächlichen Wert.

Abbildung 2: Stromverbrauch Gymnasium*



*Quelle: Darstellung Wolfram Köhler.

Mit einer berechneten Energiebezugsfläche von $A_E = 3.671 \text{ m}^2$ für das Verwaltungsgebäude ergibt sich dessen Stromverbrauchskennwert zu:

$$e_{VS} = E_{VS} / A_E = 98.958 \text{ kWh/a} / 3.671 \text{ m}^2 = 26,95 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Für das Gymnasium ergibt sich ein Stromverbrauchskennwert von:

$$e_{VS} = 108.675 \text{ kWh/a} / 6.911 \text{ m}^2 = 15,72 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

3.1.3 Bezugsfläche A_E

Es sind folgende Forderungen an die Bezugsfläche zu stellen:

- „ Sie muss eindeutig definiert sein.
- „ Sie soll verhältnismäßig leicht zu erheben sein.

- Sie soll aus anderen, gebräuchlichen Flächenangaben überschlägig abgeleitet werden können.
- Sie muss für unterschiedlich genutzte Gebäude anzuwenden sein.
- Sie soll maßgeblich für den Energieverbrauch eines Gebäudes in seiner Gesamtheit sein.

Als Bezugsfläche A_E ist (auch für den Stromkennwert) die Summe aller beheizbaren Brutto-Grundflächen anzusetzen. Die beheizte Brutto-Grundfläche je Geschoss errechnet sich aus dessen Außenmaßen unter Abzug größerer unbeheizter Brutto-Grundflächen.

$$4) \quad BGF_E = (n_E + m_E) * a * b$$

Darin sind:

- BGF_E = beheizbare Brutto-Grundfläche in m^2
- $a; b$ = Gebäudeaußenmaße in m
- n_E = Anzahl der beheizbaren Obergeschosse
- m_E = Anzahl der beheizbaren Untergeschosse

Grundlage der Flächendefinition ist die Baunutzungsverordnung (BauNVO) vom 23.1.1990. Die Definition für die einzelnen Flächenarten und Teilflächen entspricht den Angaben der DIN 277. Für spezielle Zwecke werden nutzungsspezifische Flächenangaben verwendet.

Entsprechend der VDI 3807/1 ist eine Umrechnung unterschiedlichen Flächenanteilen innerhalb des jeweiligen Geschosses möglich (Tabelle 2). Wegen der Ungenauigkeit, die bei der Umrechnung entsteht, ist der direkten Flächenberechnung der Vorzug zu geben.

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Flächenanteilen ausgewählter Gebäudearten (Flächen sind definiert nach DIN 288)*

Gebäudeart	Hauptnutzungsfläche	Nutzungsfläche	Nettogrundfläche	Wohnfläche	Bruttogeschossfläche
Allgemeinbildende Schulen					
Grundschulen	59 %	66 %	89 %		100 %
Gymnasien		54 %			100 %
Berufliche Schulen		62 %			100 %
Verwaltungsgebäude	48 %	61 %	87 %		100 %

*Quelle: Zusammenstellung Wolfram Köhler.

Die Bestimmung der tatsächlichen Bezugsflächen ist in der Praxis oft mit besonderen Aufwendungen verbunden. Nutzungsspezifische Flächenangaben sind meist in den Bauunterlagen enthalten. Bei bestehenden Gebäuden ist es jedoch angebracht, die Angaben zu prüfen. Die oft in der Verwaltung vorhandenen Angaben zu den zu reinigenden Gebäudeflächen lassen sich nicht zuordnen.

3.2 Umgang mit Stromkennwerten

Nicht jede mathematische Operation mit Stromkennwerten liefert ein sinnvolles Ergebnis. Häufig werden sie für statistische Angaben genutzt. Mittelwerte können gebildet werden:

- über mehrere einander folgende Jahre für
 - unterschiedliche Gebäude,
 - Gruppen gleicher Gebäude,
 - Einzelgebäude.
- über ein beliebiges Verbrauchsjahr für
 - unterschiedliche Gebäude,
 - Gruppen gleicher Gebäude.

Der jeweilige Mittelwert des Stromverbrauchskennwerts ergibt sich dann zu:

$$5) \quad e_{VS} = \Sigma E_{VS} / \Sigma A_E$$

Für ein spezielles Gebäude kann auch der arithmetische Mittelwert gebildet werden, wenn die Bezugsfläche über die Berechnungsjahre konstant geblieben ist.

Aus den monatlichen Verbrauchswerten und der Bezugsfläche eines Gebäudes lassen sich Quotienten bilden, die der Definition nach keine Stromverbrauchskennwerte sind. Werden diese Quotienten über zwölf Monate addiert, ergeben sich definitionsgerechte Stromverbrauchskennwerte.

3.3 Aussagekraft von Energiekennwerten

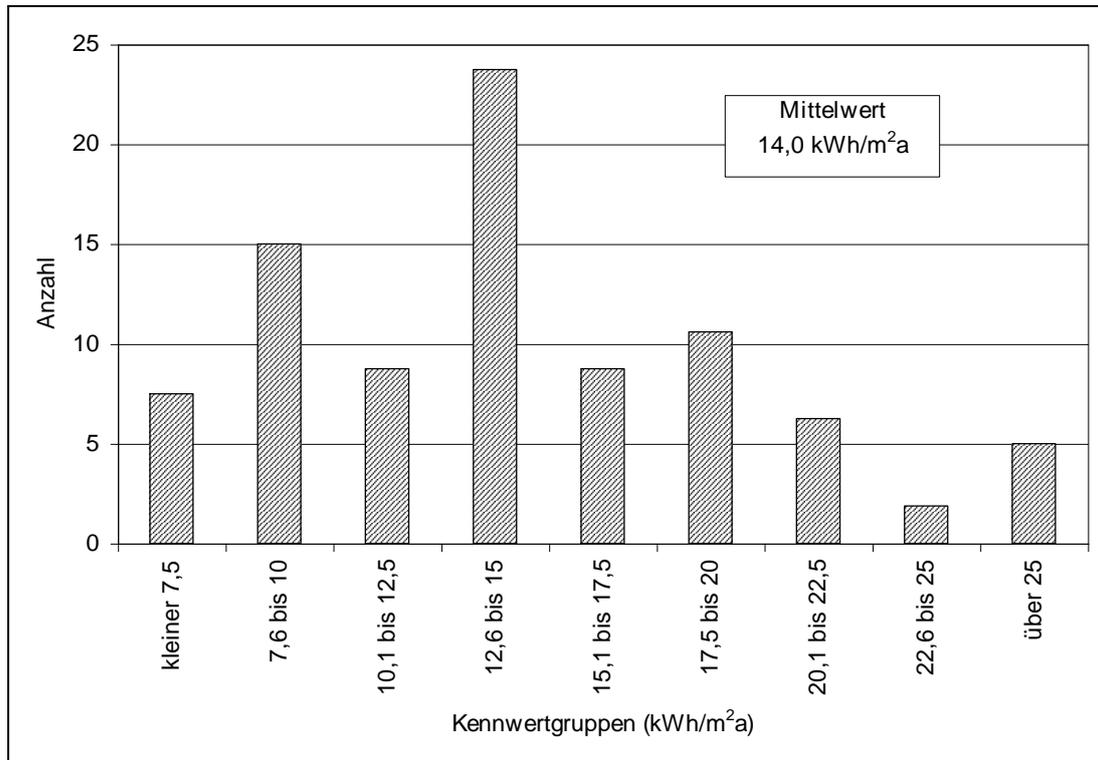
Als Datenbasis sollten Angaben verwendet werden, die bezüglich des Stromverbrauchs und der Flächenangabe nachprüfbar sind. Verbrauchsangaben müssen repräsentativ sein. Das ist beispielsweise nicht gegeben, wenn eine Schule erheblicher zusätzlicher Nutzung unterliegt oder Baumaßnahmen den Jahresverbrauch erheblich beeinflusst haben.

Auf der Basis korrekt ermittelter Energiekennwerte lassen sich die im Folgenden beschriebenen Aussagen ableiten.

3.3.1 Gebäudeklassifizierung:

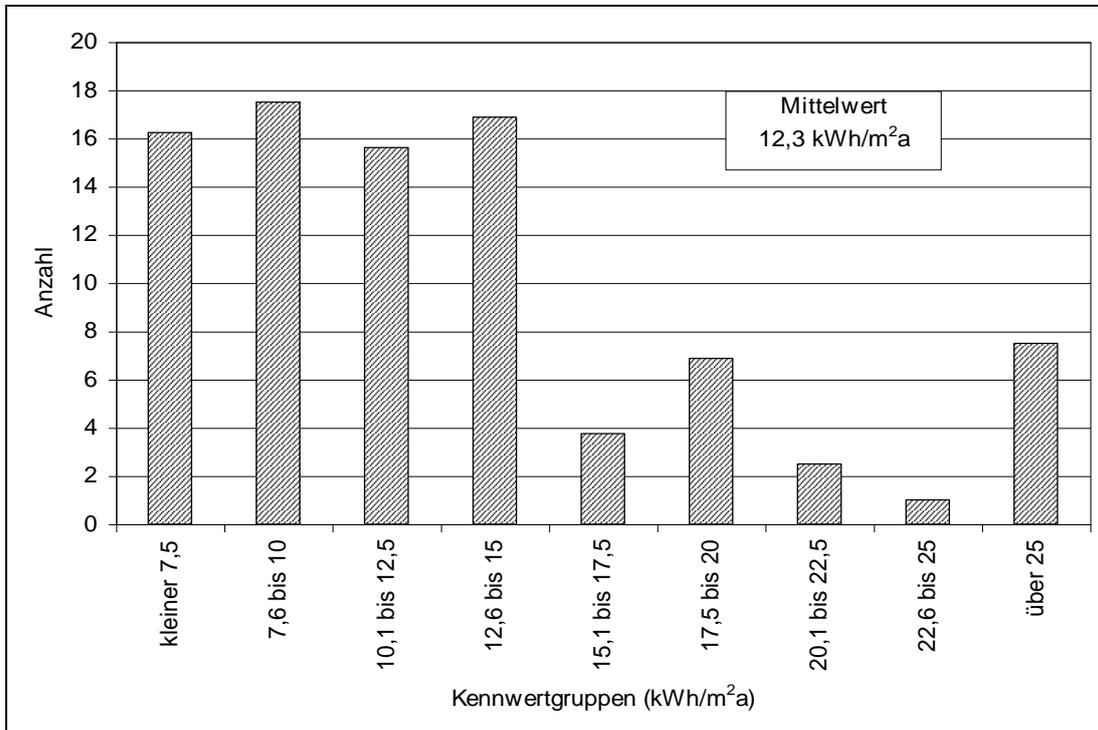
Durch Einordnen der Gebäude entsprechend ihres Energiekennwerts entstehen Klassifizierungen. Das Verfahren ist auf Einzelgebäude, Gruppen gleicher oder unterschiedlicher Gebäude anwendbar und hilft Prioritäten für Verbrauchsminderungsmaßnahmen zu setzen. Stromverbrauchskennwerte bieten eine Möglichkeit, Einsparerfolge darzustellen, was hier für die Brandenburger Schulen, die sich an der Landesinitiative beteiligten, gezeigt wird.

Abbildung 3: Häufigkeit der Stromverbrauchskennwerte Schulen 1998/99*



*Quelle: Darstellung Wolfram Köhler.

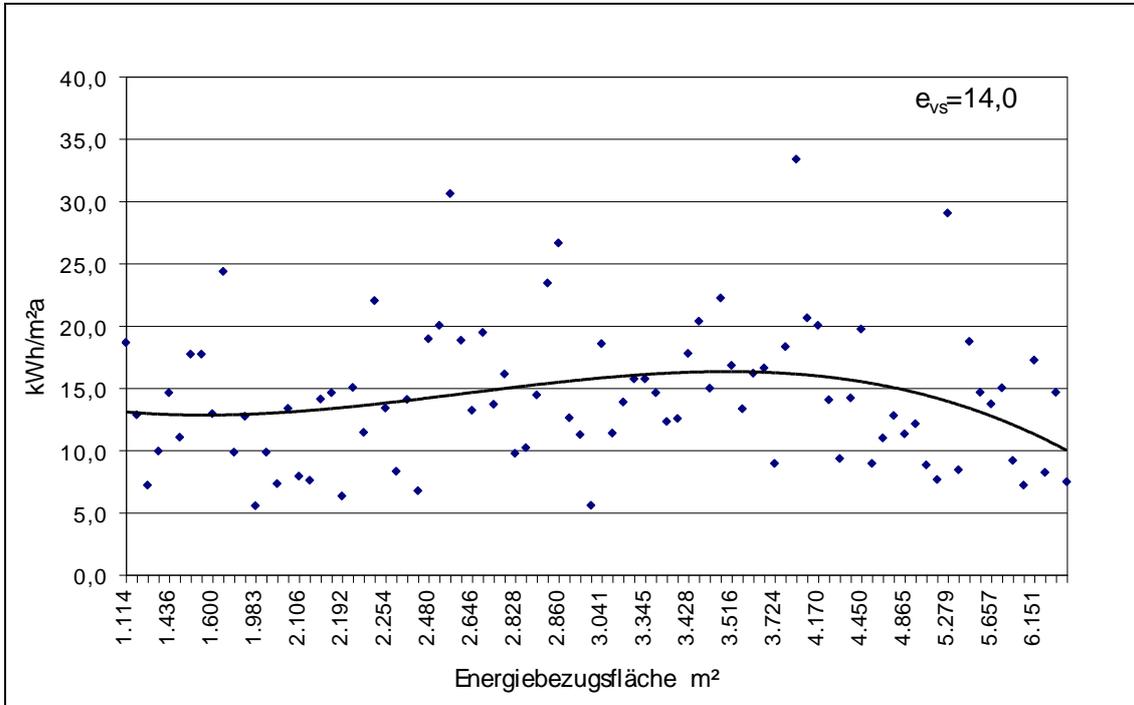
Abbildung 4: Häufigkeit der Stromverbrauchskennwerte Schulen 1999/2000*



*Quelle: Darstellung Wolfram Köhler.

Ein Zusammenhang zwischen den Stromverbrauchskennzahlen 1999/2000 und der Gebäudegröße wird in folgender Darstellung gegeben. Die Verteilung wurde um eine Trendlinie ergänzt.

Abbildung 5: Flächenabhängigkeit der Stromverbrauchskennwerte (Schulen, 1998)*



Quelle: Wolfram Köhler.

3.3.2 Feinanalysen

In den Gebäuden, den denen vom Üblichen abweichende, zu hohe Stromverbrauchskennwerte festgestellt wurden, sollten Feinanalysen durchgeführt werden. Es wäre dann zu untersuchen, wodurch der jeweilige Energieverbrauch hauptsächlich veranlasst ist.

3.3.3 Energieeinsparungen

Ist der Energiekennwert eines speziellen Gebäudes bekannt, so kann durch Vergleich mit den Energiekennwerten des Folgejahres sofort die Kennwertdifferenz als Einsparung in kWh/m²a angegeben werden. Im Beispiel der Landesinitiative ergab sich eine durchschnittliche Einsparung von:

$$e_e = e_{VB} - e_{VA} \quad e_e = 14,0 \text{ kWh/m}^2\text{a} - 12,3 \text{ kWh/m}^2\text{a} = 1,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Nach Multiplikation des Einsparpotenzials mit der speziellen Bezugsfläche (300.000 m²), erhält man den Absolutwert der jährlichen Energieeinsparung in kWh/a. Im Beispiel ergeben sich:

$$E_e = e_e \cdot A_E \quad E_e = 1,7 \text{ kWh/m}^2\text{a} \cdot 300.000\text{m}^2 = 510.000\text{kWh/a}$$

3.3.4 Kosteneinsparung

Durch Multiplikation der Energieeinsparung (kWh/a) mit dem durchschnittlichen Energiepreis (DM/kWh) des Auswertzeitraumes ergibt sich die Kosteneinsparung. Auf das Beispiel angewendet berechnet sich:

$$K_e = E_e * P_e \quad K_e = 510.000 \text{ kWh/a} * 0,30 \text{ DM/kWh} = 153.000 \text{ DM/a}$$

3.4 Stromverbrauchskennwerte von Schulen

Wird mit einem Vorgabewert verglichen, lassen sich Einsparpotenziale errechnen. Als Vorgabewerte können die der VDI 3807, Blatt 2, S. 16, verwendet werden. Die VDI unterscheidet Richtwerte und Mittelwerte, die jeweils einem Schultyp zugeordnet sind.

Tabelle 3: Stromverbrauchskennwerte nach VDI 3807, Blatt 2*

Gebäudebezeichnung	Richtwert (kWh/m²a)	Mittelwert (kWh/m²a)
Grundschulen	4	9
Grund/ Hauptschule	3	7
Gymnasien	6	9
Fort- und Weiterbildungsstätten	11	11

*Quelle: Zusammenstellung Wolfram Köhler.

Der Vergleich zeigt, dass alle angegebenen Mittelwerte unter den Ergebnissen aus den Schulen der Landesinitiative liegen. Weitere Einsparpotenziale sind offensichtlich vorhanden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass im Rahmen der Landesinitiative hauptsächlich nicht investive Energiesparmaßnahmen umgesetzt wurden.

Die Abweichung vom aktuellen Istwert zum anzustrebenden Richtwert ist erheblich. Allein durch Verhaltensänderungen scheinen die Richtwerte nicht erreichbar. Selbst errechnete Bedarfskennwerte bei Annahme moderner Beleuchtungseinrichtungen und einer Jahresnutzdauer von nur 600 Stunden liegen noch oberhalb der Richtwerte.

Im Projekt wurde festgestellt, dass speziell die Schulneubauten, die teilweise mit tageslichtabhängiger Beleuchtungssteuerung ausgestattet sind, viel zu hohe Verbrauchskennwerte aufweisen. Hier werden sich noch entsprechende Untersuchungen anschließen.

4. Zusammenfassung

Insgesamt wird eingeschätzt, dass Energiekennwerte eine gute Vergleichsbasis darstellen. Energiekennwerte die als Vergleichswert dienen sollen, sind jedoch kritisch zu hinterfragen. Im Zweifel sollte der errechnete Energiebedarfskennwert des jeweiligen Gebäudes als Maßstab genutzt werden.

Joost Götze

Straßenbeleuchtung – Kennwerte und Einsparungen am Beispiel der Gemeinde Isernhagen

1. Daten zur Gemeinde Isernhagen und zur Straßenbeleuchtung

Die Gemeinde Isernhagen liegt am nordöstlichen Stadtrand von Hannover. Mit gut 24.000 Einwohnern, verteilt auf sieben Ortschaften, zählt sie zu den kleineren Gemeinden des Landkreises Hannover.

Für die Straßenbeleuchtung ergab das Kataster 1993 rund 2.700 Lichtpunkte, im Jahre 1999 sind etwa 2.750 Lichtpunkte installiert. Die Straßenbeleuchtung verursacht etwa 55 Prozent der jährlichen Gesamtstromkosten und 20 Prozent der jährlichen CO₂-Emissionen der Gemeinde Isernhagen.

2. Sanierungsmaßnahmen

Sanierungen wurden und werden in der Regel durchgeführt, wenn

- „ das Alter der Leuchten es erfordert,
- „ der spezifische Verbrauch je Lichtpunkt besonders hoch ist oder
- „ die Notwendigkeit zur Änderung der Straßenbeleuchtung durch andere Vorgaben notwendig wird, z.B. Änderung der Verkehrsdichte, Reduzierung der Geschwindigkeit auf Tempo 30 usw.

Zur Einsparung von Energie und Betriebskosten wurden bzw. werden auf verschiedenen Ebenen Maßnahmen durchgeführt:

- „ Änderung des Brennzeitenkalenders,
- „ Contracting,
- „ Reduzierung der zweiflammigen Leuchten von zweimal 125 Watt auf einmal 125 Watt,
- „ Umrüsten der Leuchtmittel von 125-Watt-Quecksilberdampflampen (HQL) auf 70-Watt-Natriumdampflampen (NAV), welche während Schwachlastzeiten auf 50 Watt reduziert werden können,
- „ Einbau von Zusatzimpedanzen,
- „ Einsatz neuer Lampensysteme,
- „ Beleuchtungskataster im Rahmen des Geografischen Informationssystems.

Die Stromkosten fielen auf Grund der durchgeführten Maßnahmen von etwa 310.000 DM im Jahr 1993 auf rund 230.000 DM im Jahr 1999. Der Strombedarf reduzierte sich in der gleichen Zeit von rund 1,46 Mio. kWh auf 1,19 Mio. kWh. Im Vergleich der Kenn-

werte von acht Städten und Gemeinden im Raum Hannover¹ lag Isernhagen damit vor Städten wie Hildesheim, Hannover, Celle und anderen; allerdings konnte die Stadt Peine einen deutlich besseren Kennwert aufweisen.

3. Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen

Eine sinnvolle Überprüfung des Brennzeitenkalenders hinsichtlich kürzerer Leuchtzeiten bei einzelnen Lichtpunkten kann Geld und Energie sparen und kostet wenig. Ebenso günstig erscheint die Reduzierung von zwei- auf einflammige Leuchten, sofern das Verkehrsaufkommen dies zulässt. Zusatzimpedanzen zur Umrüstung von HQL- auf NAV-Lampen amortisieren sich nach rund drei Jahren. Der Wechsel der Leuchtköpfe von 125 Watt-HQL auf 70 W-NAV-E amortisiert sich nach etwa elf Jahren. NAV-Doppelbrennerlampen werden im Rahmen eines Pilotprojekts eingesetzt und haben sich bislang bewährt. Jedoch führen fallende Strompreise häufig zur Unwirtschaftlichkeit von Maßnahmen.

Umrüstsätze für ältere Leuchten auf NAV lohnen sich nur bei einigen Herstellern. Spezielle NAV-Leuchten, welche mit HQL-Vorschaltgeräten betrieben werden können, sind wegen der geringeren Haltbarkeitsdauer von unter 8.000 Stunden nicht zu empfehlen.

4. Neue Leuchtensysteme

Leuchtensysteme werden in Isernhagen, wie anderswo auch, den verkehrstechnischen Anforderungen entsprechend ausgewählt. Beim Kauf neuer Systeme wird darauf geachtet, dass sie energieeffizient Licht erzeugen. Eine optimierte Spiegeloptik ist von Vorteil. Die Wartungsintervalle sollen größer als 15.000 Betriebsstunden sein; die Ersatzteile müssen kostengünstig beschafft werden können. Außerdem sollen die Systeme günstige Voraussetzungen haben, um sie auf absehbare neue Techniken umrüsten zu können.

Die neuesten seit 1998/99 im Baugebiet Sahlkamp eingesetzten Straßenleuchten sind mit HQL-Lampen bestückt. Das QL-Induktions-Lichtsystem (AEG-Lichttechnik) beruht auf einer neuen Art der Lichterzeugung. Das System besteht aus einem Hochfrequenz-Generator, einer Spule mit Koaxialkabel (Antenne) und einer Gasentladungslampe, welche weder Glühspindel noch Elektroden aufweist. In dem Hochfrequenz-Generator wird ein Hochfrequenzstrom von 2,65 Megahertz erzeugt, welcher über eine Spule hochfrequente elektromagnetische Felder in die Gasentladungslampe, einem Glaskolben mit Niederdruck-Quecksilber-Dampf-Füllung, abgibt. Das Gas wird dabei hochfrequentig aufgeladen (ionisiert) und wieder entladen. Bei der Entladung wird UV-Strahlung frei. Die UV-Strahlung wird durch die innerhalb des Glaskolbens aufgetragene Leuchtstoffschicht in sichtbares Licht umgewandelt. Moderne 3-Banden-Leuchtstoffe sorgen dabei für angenehm empfundenes „warmes“ Licht.

Vorteile dieser QL-Leuchten (Stradasole 400): Auf Grund der elektronischen Bauteile haben die Lampen eine extrem hohe Lebensdauer (bis zu 60.000 Stunden) und minimale

1 Vgl. Kommunale UmweltAktioN U.A.N. (Hrsg.), Betriebskosten der Straßenbeleuchtung in kleinen und mittleren Kommunen, Hannover 1999.

Wartung, weiterhin konstanten hohen Lichtstrom mit guter Farbwiedergabe, Sicherheitsabschaltung usw. (weitere Vorteile siehe Produktbeschreibung AEG Lichttechnik).

5. Literatur und Produktbeschreibungen

Literatur und Produktbeschreibungen sind unter anderem bei folgenden Einrichtungen zu erhalten:

- „ Energieberichte (1993 bis 1999) der Gemeinde Isernhagen, Bothfelder Str. 29, 30916 Isernhagen;
- „ Hastra, Avacon, EWI, Nordstr. 5a, 38350 Helmstedt;
- „ AEG Lichttechnik, Rathenastr. 2-6, 31832 Springe;
- „ Kommunale UmweltAktioN, Arnswaldstr. 28, 30159 Hannover;
- „ Tridonic, Industriestr. 25, 89269 Vöhringen.

6. Warum Straßenbeleuchtung abzulehnen ist ...!

Hierzu eine Notiz der Kölnischen Zeitung aus dem Jahre 1819:

„Jede Straßenbeleuchtung ist verwerflich:

1. aus theologischen Gründen;

weil sie als Eingriff in die Ordnung Gottes erscheint. Nach dieser ist die Nacht zur Finsternis eingesetzt, die nur zu gewissen Zeiten vom Mondlicht unterbrochen wird. Dagegen dürfen wir uns nicht auflehnen, den Weltplan nicht hofmeistern, die Nacht nicht in den Tag verkehren wollen;

2. aus juristischen Gründen;

weil die Kosten dieser Beleuchtung durch eine indirekte Steuer aufgebracht werden sollen. Warum soll dieser und jener für eine Einrichtung zahlen, die ihm gleichgültig ist, da sie ihm keinen Nutzen bringt, oder ihn gar in manchen Verrichtungen stört?

3. aus medizinischen Gründen;

die Öl- und Gasausdünstung wirkt nachteilig auf die Gesundheit schwachleibiger oder zartnerviger Personen, und legt auch dadurch zu vielen Krankheiten den Stoff, indem sie den Leuten das nächtliche Verweilen auf den Straßen leichter und bequemer macht, und ihnen Schnupfen, Husten und Erkältungen auf den Hals zieht;

4. aus philosophisch-moralischen Gründen;

die Sittlichkeit wird durch Straßenbeleuchtung verschlimmert. Die künstliche Helle verscheucht in den Gemüthern das Grauen vor der Finsternis, das die Schwachen von mancher Sünde abhält. Diese Helle macht den Trinker sicher, daß er in Zechstuben bis in die Nacht hinein schwelgt, und sie verkuppelt Paare;

5. aus polizeilichen Gründen;

sie macht die Pferde scheu und die Diebe kühn;

6. aus staatswirthschaftlichen Gründen;

für den Leuchtstoff, Öl oder Steinkohle, geht jährlich eine bedeutende Summe ins Ausland, wodurch der Nationalreichthum geschwächt wird;

7. aus volksthümlichen Gründen;

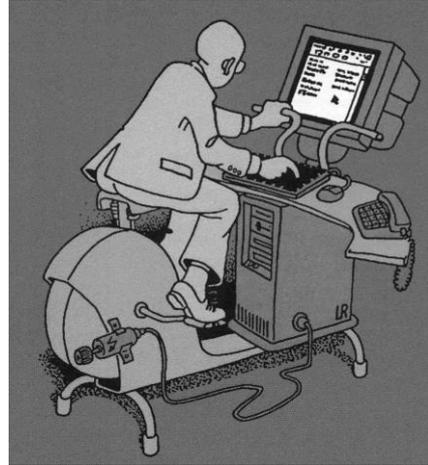
öffentliche Feste haben den Zweck, das Nationalgefühl zu erwecken. Illuminationen sind hiezu vorzüglich geschickt. Dieser Eindruck wird aber geschwächt, wenn derselbe durch allnächtliche Quasi-Illuminationen abgestumpft wird. Daher gafft sich der Landsmann toller in dem Lichtglanz als der lichtgesättigte Großstädter.“

Hendrik Pinnau

Energieverbrauch von EDV-Anlagen

Für die Nutzung von EDV wird Energie benötigt. Da wir in unserem Arbeitsalltag (und auch zu Hause) immer mehr EDV einsetzen, wird auch immer mehr Energie in diesem Verbrauchssegment benötigt. In modernen Bürogebäuden brauchen wir für EDV bereits mehr Energie als für die Beleuchtung.

Müssten wir die Energie für unsere EDV-Nutzung so wie der arme Mitarbeiter in der Karikatur selbst erzeugen, würde der Monitor wohl meistens schwarz bleiben. Wir würden uns überlegen, wie wir die Energie beim EDV-Einsatz rationeller nutzen könnten.



Wir würden selbstverständlich das Powermanagement an unserem PC einstellen und auf bunte Bildschirmschoner verzichten. Wir würden in Arbeitspausen wenigstens den Monitor ausschalten und abends den Netzstecker von Drucker und Scanner ziehen. Wir würden uns überlegen, ob der Server auch nachts durchlaufen und das Netzwerk immer in Betrieb sein muss. Auch ob die Raumtemperatur in den Technikräumen wirklich 20 Grad sein muss, wäre eine Frage, müssten wir selbst in die Pedale treten.

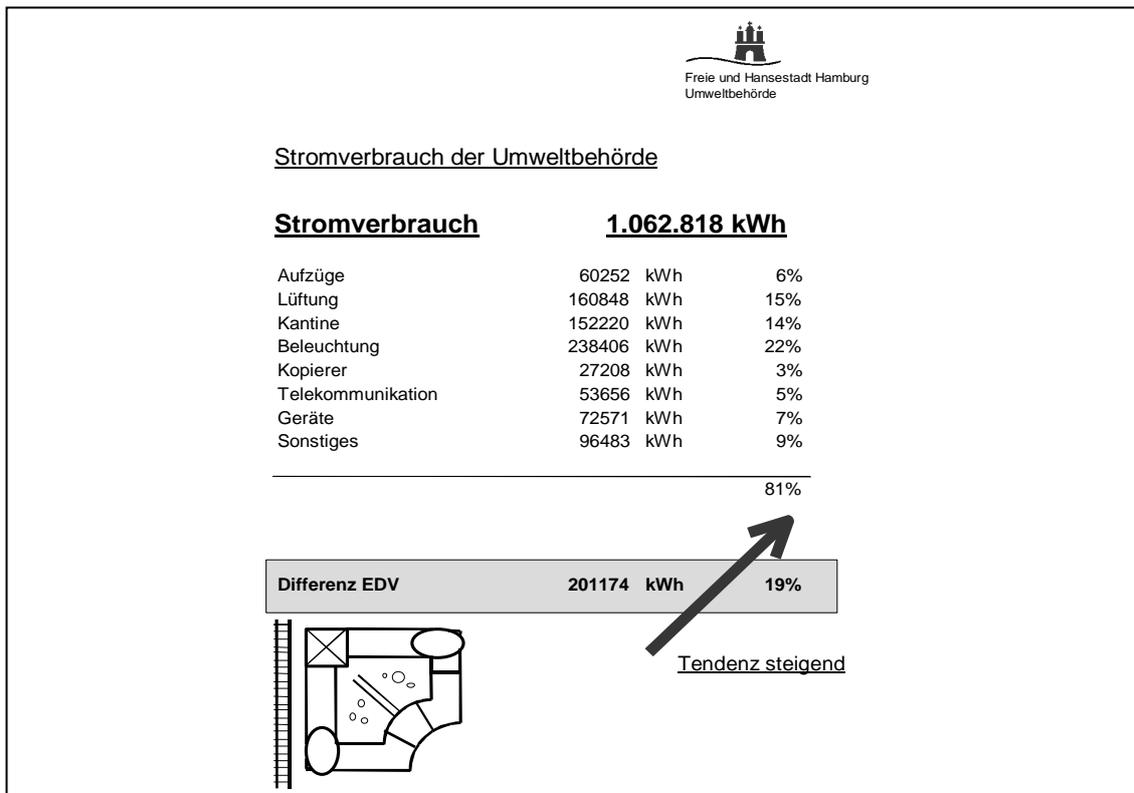
1. Stromverbrauch der Umweltbehörde Hamburg

Etwa eine Million elektrische Kilowattstunden werden jährlich im Gebäude der Umweltbehörde Hamburg verbraucht. Dazu kommt der elektrische Verbrauch einer Kälteanlage, die für die Umweltbehörde Kälte miterzeugt. Die Kälteanlage steht im Landesamt für Informationstechnik, das sich im gleichen Gebäude befindet. Der Verbrauch dieser Kälteanlage läuft nicht über den Stromzähler der Umweltbehörde, soll aber im Folgenden anteilig dem Gesamtstromverbrauch der Umweltbehörde zugerechnet werden.

Doch wo wird der Strom in einem großen Verwaltungsgebäude im Einzelnen verbraucht? Für die großen Bereiche Kantine (14 Prozent), Lüftung (15 Prozent) und Aufzüge (6 Prozent) sind Unterzähler im Gebäude installiert, so dass der Verbrauch bekannt ist. Für die Beleuchtung (22 Prozent) konnte der Verbrauch über die Einbaumengen und die mittleren Benutzungsstunden bestimmt werden.

Die Vielzahl von kleinen Elektrogeräten mit sehr unterschiedlicher Nutzung machten die Analyse des Stromverbrauchs zu einem wahren Puzzlespiel. Die Anzahl mancher Geräte (z.B. Kaffeemaschinen, Radios) kann nur durch aufwendige Zählungen ermittelt werden. Die Einzelwerte des Verbrauchs werden durch Messungen oder Abschätzungen bestimmt. Eine erste Schätzung ergab in der Umweltbehörde einen etwa 20-prozentigen Anteil für die EDV. Diese Zahlen wurden später durch weitere Messungen untermauert.

Abbildung 1: Stromverbrauch der Umweltbehörde Hamburg*



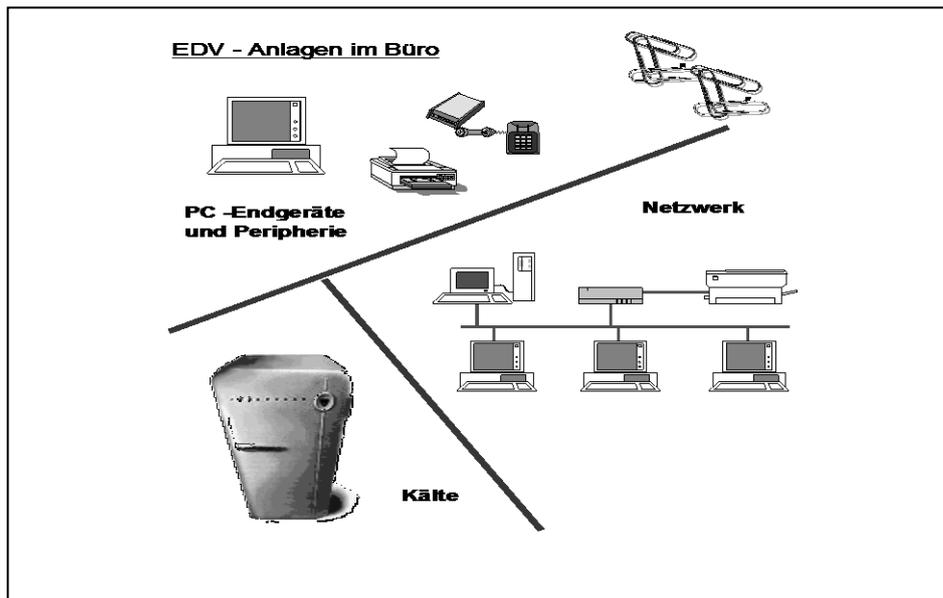
*Quelle: Zusammenstellung Hendrik Pinnau.

2. EDV-Anlagen im Büro

Eine EDV-Anlage unterteilt sich in die Bereiche PC-Endgeräte mit der dazugehörigen Peripherie sowie in das Netzwerk. Dazu kommt noch die erforderliche Kälte- und Lüftungstechnik für die Netzwerkkomponenten.

Zu den PC-Endgeräten zählen der PC (mit der heute üblichen Bestückung), der Monitor sowie Drucker, Scanner, Modem, Lautsprecher, Beamer und weitere Geräte. Zum Netzwerk zählen die Server, USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung), Router und Hubs und andere Komponenten, die zur Aufrechterhaltung des Netzwerks erforderlich sind. Ergänzt wird das Netzwerk durch die Kältetechnik. Die Elektronik der Netzwerkeinheiten muss vielfach gekühlt werden. Dazu werden in der Umweltbehörde eine elektrische Kälteanlage verwendet, Umluftkühlkühlgeräte betrieben und Lüfter, die die warme Luft aus den Schaltanlagen ziehen.

Abbildung 2: EDV-Anlagen im Büro*



*Quelle: Darstellung Hendrik Pinnau.

3. Stromverbrauch für EDV-Anlagen

In der Umweltbehörde werden für EDV etwa 200.000 kWh verbraucht. In Abbildung 3 sind die einzelnen Verbrauchsgruppen und deren Anteil am Stromverbrauch dargestellt.

Abbildung 3: EDV-Anlagen der Umweltbehörde Hamburg*

<u>EDV - Anlage der Umweltbehörde</u>	
PC-Endgeräte und Peripherie	Anzahl
Rechner	892
Monitore	892
Drucker LASER/TINTE/NADEL	294
Sonstiges	50
Netzwerk	
Server	21
USV	23
Router	2
Hubs	
Switches	17
Kälte / Lüftung	
Kompressionskälteanlage	1
Umluftkühlgeräte	27
Axiallüfter	42

*Quelle: Darstellung Hendrik Pinnau.

Rechnet man den benötigten Kältebedarf anteilig auf die einzelnen Verbrauchsgruppen um, so erhält man die in Tabelle 1 dargestellte Aufteilung des Strombedarfs.

Tabelle 1: Aufteilung des Stromverbrauchs der Umweltbehörde Hamburg auf verschiedene Verbrauchsgruppen (zzgl. der Kälte)*

PC und Peripherie	Anteil am Stromverbrauch	Netzwerk	Anteil am Stromverbrauch
Rechner	14,5 %	Server	6,2 %
Monitore	31,2 %	USV	3,5 %
Drucker	8,0 %	Router	13,8 %
Sonstiges	0,4 %	Hubs	13,1 %
		Axiallüfter	2,7 %
		Umluftkühlgeräte	6,5 %
Summe	54,1 %		45,9 %

*Quelle: Zusammenstellung Hendrik Pinnau.

Nur ungefähr die Hälfte der elektrischen Energie wird direkt an den Arbeitsplätzen verbraucht. Die andere Hälfte wird für die Erhaltung des Netzwerks benötigt. Der hohe Verbrauch für das Netzwerk erklärt sich durch die vielen Benutzungstunden. Die meisten Komponenten werden praktisch nicht ausgeschaltet und laufen 8.760 Stunden im Jahr. Der Server läuft durch. Auch das Netzwerk wird durchgängig betrieben. Es werden nachts Datensicherungen vorgenommen und ein täglicher Viruscheck durchgeführt. Diese Arbeitsgänge nehmen einige Stunden Zeit in Anspruch.

Der Energieverbrauch im EDV-Bereich und die daraus resultierenden Folgen für die Umwelt sind zurzeit kein Thema auf der Tagesordnung der Informatiker und EDV-Techniker. Eine wichtige Aufgabe wird zukünftig sein, EDV-Techniker für das Thema zu sensibilisieren und gemeinsam praktikable Möglichkeiten zu finden, um Stromsparpotenziale zu erschließen.

4. Kälteerzeugung für die Umweltbehörde Hamburg

Die Kälteerzeugung für die Kühlung der EDV-Räume wird über eine Kompressionskältemaschine gewährleistet, die sich in einem Gebäudeteil befindet, der nicht zur Umweltbehörde gehört. Die Kältemaschine läuft nicht über den Stromzähler der Umweltbehörde; es ist aber Energie, die in dem Gebäude genutzt wird.

Die Anlage ist – obwohl noch nicht alt – überdimensioniert. Messungen haben ergeben, dass sie selbst im Sommer nur schwach ausgelastet ist. Es stellt sich die Frage, wie es bereits in der Planungsphase zu einer Überdimensionierung kommen konnte. Drei Punkte scheinen relevant zu sein:

- Die Planer haben die Wärmelasten falsch eingeschätzt. Man erkennt dieses auch an den Dimensionen der Räume, die viel zu groß ausgelegt sind. Die Rechneinheiten sind immer kleiner und leistungsfähiger geworden. Die Wärmelast korreliert nicht mit der Leistungsfähigkeit der EDV-Anlagen.

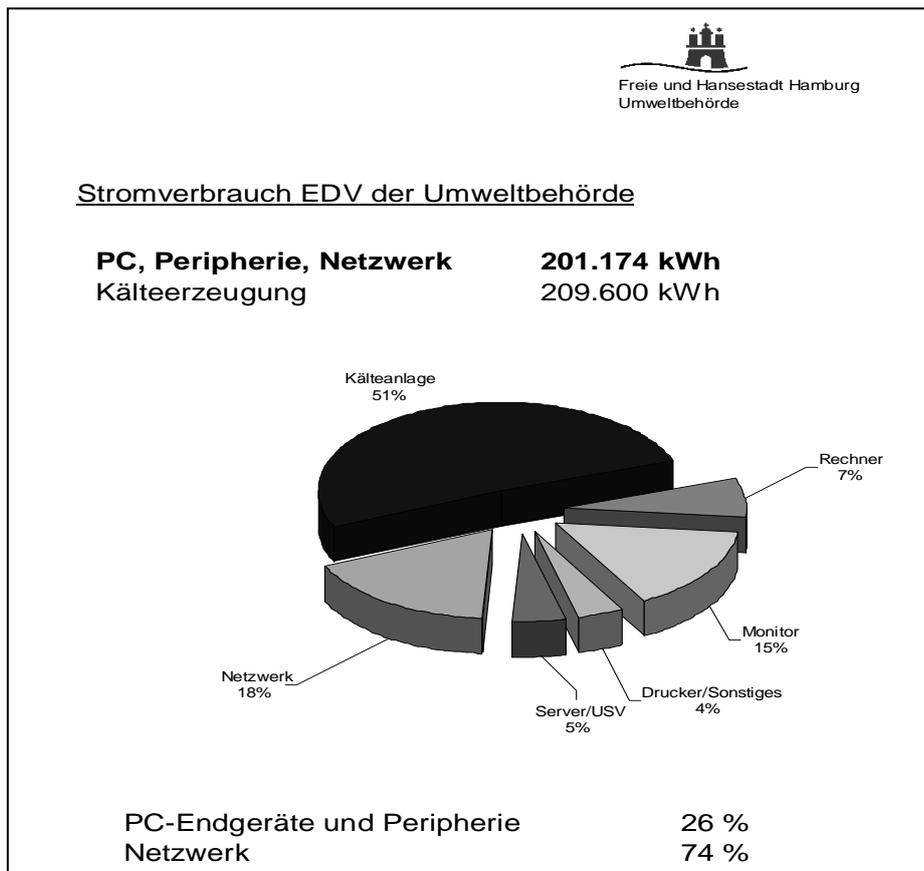
- n Der Kältebedarf wird nach den Leistungsdaten der Geräte ermittelt. Diese stimmen aber häufig nicht mit den Betriebsdaten überein. Ein Hub weist beispielsweise im Betrieb eine Leistung von 180 W auf. Auf dem Typenschild stehen erheblich höhere Leistungswerte.
- n Man ist von einer zentralen Netz-Philosophie ausgegangen. Die reale Struktur ist aber „dezentral“. Jede Behörde hat heute ihr eigenes Netzwerk und eine eigene Struktur.

Eine so schnelllebige Welt wie die der PC- und EDV-Technik ist nur schwer mit langfristigen Planungen wie dem Bau und der Planung einer Gebäudetechnik zu vereinbaren.

5. Stromverbrauch der Umweltbehörde für EDV und Kälte

Fasst man die drei Bereiche PC-Endgeräte und Peripherie, Netzwerk und Kälte zusammen, kommt man zusammen auf 410.774 kWh. Betrachtet man den Gesamtverbrauch, also die eine Million kWh der Umweltbehörde zuzüglich der 209.600 kWh für die Kälte, so ergibt sich für die EDV ein Anteil von 32,3 Prozent. Das ist ein Drittel des gesamten Verbrauchs.

Abbildung 4: Stromverbrauch der Umweltbehörde Hamburg für EDV*



*Quelle: Darstellung Hendrik Pinnau.

6. EDV-Anwendung

6.1 Anwendungsbereiche in der Umweltbehörde

In der Hauptsache wird die EDV für Textverarbeitung und Tabellenkalkulation (MS-Office-Anwendungen) genutzt. Es werden große Datenmengen in Datenbanken verarbeitet und neuerdings ein Teil der Post elektronisch versendet (E-Mails). Außerdem werden die Informationen im internen Intranet (UB), dem FHH-Infonet (Hamburg) und natürlich im Internet genutzt. Neben einigen Sonderanwendungen handelt es sich um eine im Verwaltungsbereich übliche EDV-Verwendung.

Um die elektronischen Hilfsmittel nutzen zu können, ist ein erheblicher technischer und personeller Aufwand erforderlich, damit das System sicher und stabil läuft. Dabei ist der Ausbau der zentralen Rechneinheiten und der Netzstruktur noch längst nicht abgeschlossen und unterliegt einem ständigen Wandel. Immer neue und komplexere Dienste und Anwendungen führen zu immer leistungsfähigeren Geräten und einer intensiveren Nutzung.

6.2 Nutzung allgemein: ein Ausblick

Was bringt die Zukunft? Der PC wächst mit den Audio- und Videowelten sowie dem Telefon zusammen. Vielleicht wird der Fachkongress zukünftig in Form einer Videokonferenz abgehalten oder kann zumindest im Internet verfolgt werden.

Die Geschäftsbereiche Datenaustausch mit Geschäftspartnern, elektronisches Ausschreiben und Einkaufen, Katalogsysteme entwickeln sich rasant.

Eine weitere Entwicklung ist der Einsatz von zentraler „Software-Wartung“. PC-Administratoren können über das Netz (System-Management-Server; SMS) die Geräte zentral pflegen. Dazu müssen die Geräte eingeschaltet bzw. betriebsbereit sein und sollten nicht ausgeschaltet werden. Dieses führt zu längeren PC-Betriebszeiten und somit zu einem höheren Verbrauch an Energie.

Und auch die Mobilfunknutzung (Handy) ist überwiegend eine EDV-Nutzung. Die Hauptsäule dieser Form der Kommunikation basiert auf einem Netzwerk von sehr vielen EDV-Anlagen. Die bekannten Anbieter freuen sich über sehr hohe Wachstumsraten. Die Energieversorger auch.

Die intelligente Nutzung dieser neuen Techniken, beispielsweise durch einen geringeren Aufwand für Transport und Verkehr, kann auch Energie einsparen. Sie führt aber letztlich zu einer Expansion und damit absolut zu einem Mehrverbrauch. Skepsis ist angezeigt.

7. Stromsparen im EDV-Bereich

Es gibt prinzipiell drei Wege, um den Stromverbrauch technischer Anlagen zu reduzieren:

- „ technische Maßnahmen,
- „ Veränderungen im Verbrauchsverhalten und die

- Einbeziehung des Themas Energie in die Kaufentscheidung.

Für die PC-Endgeräte und die Peripherie, das Netzwerk und die Kälte- und Lüftungstechnik sollen im Folgenden Stromsparpotenziale aufgezeigt werden.

7.1 Stromsparen PC-Endgeräte und Peripherie

Die einfachste Möglichkeit, an den Endgeräten Strom zu sparen, ist das Ausschalten nicht genutzter Geräte. Dies gilt besonders für die Monitore, die stark am Verbrauch beteiligt sind. Es schadet dem Monitor nicht, wenn beispielsweise in der Mittagspause oder bei längeren Arbeitsunterbrechungen der Ausschalter am Gerät bedient wird.

Beim Ausschalten unterstützen kann ein Powermanagementsystem im PC, das den Monitor nach wählbaren Zeiten herunterschaltet. Dabei bleibt der Monitor immer in Bereitschaft und kann durch Betätigen der Maus oder einer Taste der Tastatur in kürzester Zeit wieder aktiviert werden.

Abbildung 5: Stromsparen an PC-Endgeräten und Peripherie*

Was tun?



Freie und Hansestadt Hamburg
Umweltbehörde

Stromsparen: PC-Endgeräte und Peripherie

Powermanagement spart Energie

Betriebsart	Monitor	PC	Gesamt	Einsparung
Aus (Schalter hinten am PC)	0 W	0 W	0 W	
Betriebsbereit (Taste vorn)	0 W	3 W	3 W	
Anwendung				
Windows NT	72 W	32 W	105 W	
MS-Winword	84 W	33 W	117 W	100 %
MS-Powerpoint	75 W	33 W	108 W	
Sherman's Lagoon	75 W	45 W	120 W	+ 2,5 %
Powermanagement				
Stand By Modus	63 W	32 W	95 W	- 19 %
Suspend Modus	58 W	32 W	90 W	- 23 %
Off Modus	8 W	30 W	38 W	- 68 %
Monitor ausschalten	3 W	28 W	31 W	- 74 %

*Quelle: Darstellung Hendrik Pinnau.

Die gleiche Funktion erfüllt der ECOman, ein Gerät, welches man zwischen Monitor und PC schaltet. Durch die Verbindung mit Tastatur und Maus erkennt das Gerät, ob an dem PC gearbeitet wird. Wenn nicht, schaltet er den Monitor über ein Relais nach einer wähl-

baren Zeitspanne komplett aus. Der ECOman ist auch ein Gerät, um Leerlaufverluste zu minimieren. Ihn gibt es ebenso für Drucker und andere Geräte.

Zur Vermeidung von Leerlaufverlusten sollte man den PC bei Nichtgebrauch über eine schaltbare Steckdose komplett vom Netz nehmen. Das Gerät nimmt sonst noch drei bis sechs Watt auf.

Häufig wissen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nicht, wie viel und wo ihr PC Energie verbraucht. Deshalb bietet die Umweltbehörde in ihren Schulungen Hilfe zu dem Thema an. Hier wird die Funktion des Powermanagements erläutert und der Stromsparerfolg vorgemessen. Weitere Hilfsmittel sind Beschreibungen der Funktion und des Nutzens des Powermanagements sowie Aufkleber zum Thema. Unter dem Motto „Bunte Bilder Adieu – Bonjour Tristesse“ wird für den markanten schwarzen Bildschirm geworben, der die bunten Bildschirmschoner ablösen soll. Ein Bildschirmschoner wie Shermans Lagoon (Abbildung 6) verbraucht sogar mehr Energie als eine Anwendung wie Word oder Excel.

Eine weitere wichtige Zielgruppe sind die Administratoren, die mit den Nutzern in einem engen Kontakt stehen und als Experten anerkannt sind.

Schon mit der Beschaffung von EDV-Geräten legt man den Stromverbrauch eines Gebäudes über Jahre fest. Energielabel sollen bei der Kaufentscheidung helfen. Im EDV-Bereich sind im Wesentlichen zwei konkurrierende Label bekannt, der Energy-Star und das Label der Gemeinschaft Energielabel Deutschland (GED) als Teil der europäischen Group for Efficient Appliances (GEA), der acht europäische Organisationen angehören. Im Vergleich erfüllen die GED-gelabelten Geräte wesentlich schärfere Grenzwerte als die mit dem Energy Star ausgezeichneten¹.

Abbildung 6: Bildschirmschoner „Shermans Lagoon“



¹ Vgl. hierzu auch Beitrag von Michael Geißler, S. 59 ff.

Abbildung 7: Energy Star-Label



Abbildung 8: GED-Label



Was tun? Stromspartipps für PC-Endgeräte und Peripherie

- „ Ausschalten der Geräte bei Nichtgebrauch
- „ Monitor in der Mittagspause oder bei längeren Arbeitsunterbrechungen ausschalten
- „ Verwendung des Powermanagementsystems im PC
- „ Verwendung von Schaltuhren, ECOman und schaltbaren Steckdosenleisten
- „ Motivation und Schulung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- „ Beschaffung energiesparender Geräte

7.2 Stromsparen Netzwerk

Netzwerkkomponenten auszuschalten, scheint das rote Tuch für jede EDV-Abteilung zu sein. Dabei muss man zunächst feststellen, dass das Thema Energie im EDV-Bereich kein Thema ist.

Man muss aber feststellen, dass viele Anlagen häufig ungenutzt laufen: Tag und Nacht, am Wochenende und an Feiertagen. Die Energiedienstleistung der Netzwerke wird so nur etwa zur Hälfte der Laufzeit in Anspruch genommen. Auch die Netzdrucker werden häufig nicht abgeschaltet.

Leider gibt es bisher kaum handelsübliche Geräte, die ein Powermanagement im Netzwerk realisieren. Ein paar Versuchsgeräte existieren in der Schweiz. Man befindet sich aber mit dieser Technik noch am Anfang. Die bestehenden Geräte basieren auf einem simulierten Stromausfall. Beim Stromausfall kann nämlich ein Netzwerk definiert abgeschaltet und auch wieder hochgefahren werden.

Der Stromverbrauch des Netzwerks ist übrigens praktisch unabhängig von dem Datendurchsatz (Menge) und Einsatzort (Mail von A nach B oder C).

Was tun? Stromspartipps für das Netzwerk

- „ Netzdrucker über Zeitschaltuhr oder ECOman abschalten
- „ Netzwerke in Nichtbetriebszeiten (z.B. in der Nacht und am Wochenende) ausschalten
- „ Energetische Fragestellungen bei den Administratoren ansprechen

7.3 Kälte und Klimatisierung

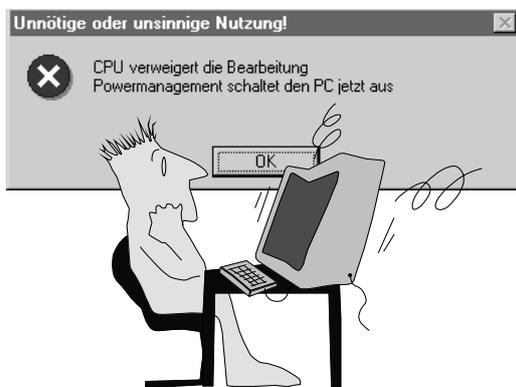
Die Vermeidung von Wärmelasten durch eine bedarfsorientierte Dimensionierung der Anlagen senkt den Kältebedarf und den dadurch bedingten Stromverbrauch. Die an den Anlagen gemessenen Leistungen lagen etwa um ein Viertel bis ein Drittel niedriger als die auf den Typenschildern angegebenen Leistungswerte. Dieses sollte schon bei der Dimensionierung der Anlagen berücksichtigt werden. Schaltanlagen und Schaltschränke müssen ausreichend durchlüftet werden. Darauf ist besonders beim Bau der Anlagen zu achten.

Eine Raumtemperatur von 20 Grad führt zu einem hohen Kältebedarf. Technisch ist dieser Wert kaum zu begründen. Eine Temperatur von 26 Grad in den Technikräumen fügt gemäß einer Studie aus der Schweiz den Anlagen keinen Schaden zu. Dieses würde den Energiebedarf erheblich reduzieren.

Was tun? Stromspartipps für Kälte und Klimatisierung

- „ Vermeidung von Wärmelasten durch bedarfsorientierte Dimensionierung der Anlagen
- „ Schaltanlagen und Schaltschränke ausreichend durchlüften
- „ Temperatur in den Technikräume optimieren (26 Grad sind häufig ausreichend)

8. Das Powermanagement der Zukunft



Zum Schluss bleibt die Frage: Nutzen wir den PC immer sinnvoll?

Das Powermanagement der Zukunft erkennt sicher auch das. Wenn nicht, schaltet es einfach aus.

9. Literatur

Himpich, Guido, Analyse und Optimierung des Energieverbrauchs eines komplexen EDV-Netzwerkes im Verwaltungsgebäude der Umweltbehörde Hamburg, Diplomarbeit der Fachhochschule Hamburg, Hamburg 2000.

Umweltbehörde Hamburg, Technische Anweisung Elektro, Hamburg 1997.

Bundesamt für Energiewirtschaft (Hrsg.), Energieeffizienz in Computer-Netzwerken. Abstract, Bern 1998.

Energiesparen im Netzwerk – leicht gemacht, Merkblatt BEW (Bundesamt für Energiewirtschaft [Schweiz]) 1997.

Michael Geißler

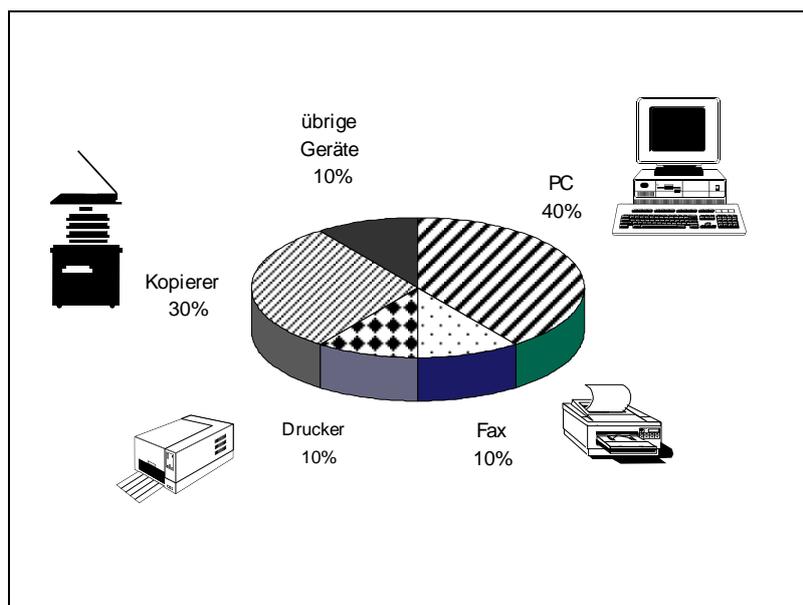
„Bye, bye – Standby“¹

Leerlaufverluste bei Büro- und Unterhaltungselektronik

Viele elektrische Geräte aus dem Büro und im privaten Haushalt brauchen nicht nur dann elektrische Energie, wenn sie aktiv benutzt werden. Auch im Standby-Betrieb (oder Wartezustand genannt) wird Strom verbraucht – in Deutschland jährlich etwa 20,5 Mrd. kWh. Zum Vergleich: Eine Großstadt wie Berlin verbraucht jährlich rund 14 Mrd. kWh elektrischen Strom.

Haushalte und Kleinverbraucher gehören mit einem Anteil von 41 Prozent am Primärenergieverbrauch in Deutschland zu den wichtigsten Energieverbrauchssektoren. Mit der ansteigenden Technisierung der Haushalte sowie dem Wandel zur Dienstleistungsgesellschaft ist eine zunehmende Bedeutung gerade der Büro- und Informationsgeräte in diesen Verbrauchszweigen zu verzeichnen.

Abbildung 1: Anteile des Energieverbrauchs der wichtigsten Bürogeräte*



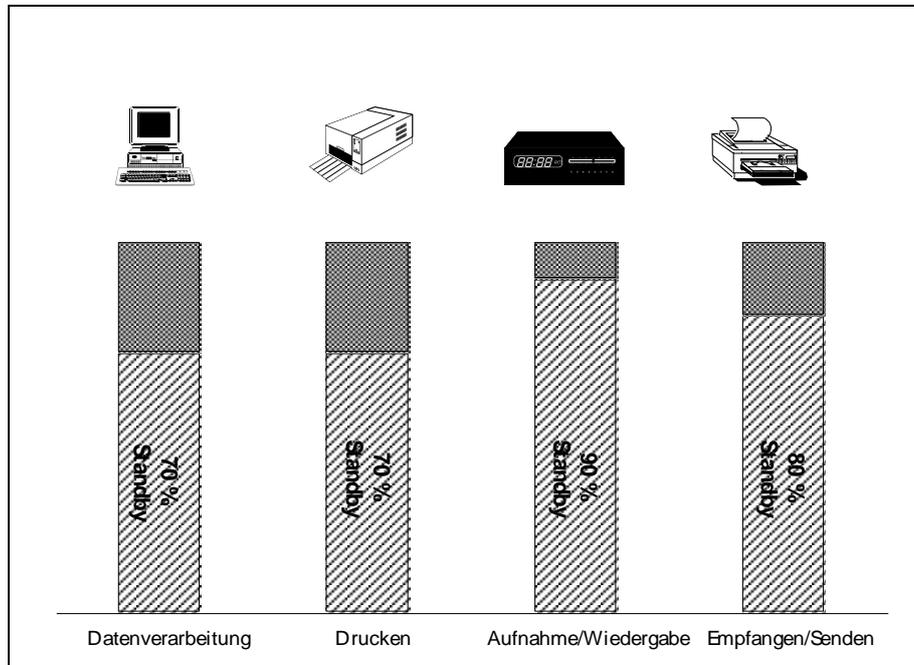
*Quelle: Darstellung Michael Geißler.

Im Bürosektor wird bis zu 40 Prozent des Energieverbrauchs durch Geräte aus dem Bereich Informationstechnologie verursacht: Kopierer, PC, Fax und Drucker. Zusätzlich zu den erhöhten Stückzahlen macht sich bei Geräten der „Braunen Ware“ mit dem Anspruch auf höheren Komfort der steigende Energieverbrauch insbesondere im Leerlaufzu-

¹ Anmerkung des Herausgebers: Der angekündigte Workshop „Das GEA-Label als Kriterium für die Beschaffung von Elektrogeräten“ fand im Rahmen des Kongresses nicht statt. Deshalb ist hier ein Vortrag von Michael Geißler, dem Sprecher der Gemeinschaft Energielabel Deutschland, abgedruckt, den er am 15./16.2.2000 im Rahmen des Workshops „Nachhaltige Konsummuster – Möglichkeiten der Umweltkommunikation“ gehalten hat.

stand bemerkbar. Viele Geräte (z.B. Faxgeräte, Drucker) brauchen für den Bereitschaftszustand mehr elektrische Energie, als für den eigentlichen Betrieb aufzuwenden ist (vgl. Abb. 2).

Abbildung 2: Anteile des Leerlaufs am Gesamtenergieverbrauch von Bürogeräten*



*Quelle: Darstellung Michael Geißler.

Die für den Standby entstehenden Energiekosten fallen weit mehr ins Gewicht, als allgemein vermutet wird. Allein im Bürobereich belaufen sich die Kosten von Leerlauf auf rund 1,6 Mrd. DM². Im Rahmen der Beschaffung wird gerne vergessen, dass diese Geräte nach dem Kauf Jahr für Jahr die Stromrechnung belasten. Die Unterschiede im Stromverbrauch zwischen den einzelnen Geräten – mit ansonsten ähnlichen Leistungsmerkmalen und im Allgemeinen gleichen Beschaffungskosten – führen über die Lebensdauer der Geräte betrachtet zu Kosteneinsparungen von deutlich über 100 DM (vgl. Tab. 1).

Es zeigen sich z.B. bei PCs Einsparpotenziale von 230 DM über die Dauer von fünf Jahren gegenüber dem Gerätebestand; aber auch gegenüber durchschnittlichen auf dem Markt befindlichen Neugeräten lassen sich im gleichen Zeitraum 75 DM einsparen.

Die Hochrechnung bei dem Ersatz des Gerätebestands durch marktbeste Geräte ergibt in Deutschland eine Einsparung beim Leerlaufverbrauch von 3,0 Mrd. kWh oder 900 Mio. DM. Das entspricht einer Halbierung des heutigen Stromverbrauchs im Bürogerätesektor.

2 Umweltbundesamt (Hrsg.), Klimaschutz durch Minderung von Leerlaufverlusten bei Elektrogeräten. Instrumente, Berlin 1999 (UBA-Texte 5/99); Rechengröße 25 Pf/kWh.

Tabelle 1: Vergleich der jährlichen Energiekosten im Standby bei Gerätebestand und Neugeräten*

Gerätegruppe	Jährliche Energiekosten Gerätebestand	Jährliche Energiekosten durchschnittlicher Neugeräte	Jährliche Energiekosten effizienter Neugeräte	Jährliches Einsparpotenzial
PC	47 DM/a	16 DM/a	1 DM/a	46 DM/a
Laserdrucker	40 DM/a	7 DM/a	2 DM/a	38 DM/a
Kopierer	124 DM/a	101 DM/a	45 DM/a	79 DM/a
Faxgerät	26 DM/a	17 DM/a	9 DM/a	17 DM/a

*Quelle: Zusammenstellung Michael Geißler.

2. Das GEA-Label

2.1 Konzeption des Energielabels der Gemeinschaft Energielabel Deutschland (GED)

Bei Haushaltsgroßgeräten schreibt eine Richtlinie der Europäischen Union die Kennzeichnung der Energieverbrauchsdaten vor. Im Gegensatz hierzu sind die Energieverbrauchswerte aus den Verkaufsunterlagen und Produktinformationen für Büro- und Unterhaltungselektronik oft nicht ersichtlich. Andere auf dem Markt befindliche Energielabel weisen so weiche energetische Kriterien auf, dass durch sie die Kunden keine ausreichenden Hinweise zum Einkauf besonders energiesparender Geräte erhalten.

Vor diesem Hintergrund wurde auf Europa-Ebene mit Unterstützung verschiedener Regierungen das Energielabel der Group for Efficient Appliances (GEA) auf der Grundlage positiver Erfahrungen aus der Schweiz ins Leben gerufen. Das Energielabel wird in Deutschland durch die Gemeinschaft Energielabel Deutschland (GED) organisiert. Geräte, die das Energielabel tragen, weisen einen niedrigen Energieverbrauch auf und helfen somit, die Betriebskosten und schädliche Umweltauswirkungen zu vermindern. Über einfache und eindeutige Informationen an die Kunden soll der Markt für Büro- und Unterhaltungselektronik für besonders sparsame Geräte geöffnet und damit auch auf die Herstellerseite ein innovationsfördernder Einfluss ausgeübt werden.

Abbildung 3: Das GEA-Label



Im Zusammenhang mit den konkurrierenden Energielabel auf dem europäischen Markt wird innerhalb der Europäischen Union derzeit über die Einsetzung eines europaweit – und eventuell weltweit – einheitlichen Energielabels mit engagierten Grenzwerten verhandelt. Während der EnergyStar aus den USA mit zwar weltweit identischen – aber rela-

tiv schwachen – Kriterien von den Herstellern bevorzugt wird, will die Europäische Union – die Europäische Kommission und diverse Landesregierungen – effektivere Kriterien durchsetzen. Dazu wird die Übernahme engagierterer Grenzwerte beim EnergyStar oder die Verbreitung eines alternativen Energielabels, wie das GEA-Label, diskutiert. Die GED sowie die GEA treten in diesen Verhandlungen aktiv für die Durchsetzung eines wirksamen Instruments ein.

In Deutschland werden die Aktivitäten der GED vom Bundeswirtschaftsministerium unterstützt. Die Bundesregierung setzt auf freiwillige Maßnahmen der Industrie zur Senkung des Energiebedarfs Deutschlands, wie das Unterstützen und Mittragen eines effektiven Energielabels. Für den Fall, dass diese Mittel nicht den gewünschten Erfolg zeigen, werden grundsätzlich auch ordnungspolitische Maßnahmen in Erwägung gezogen.

2.2 So funktioniert das GEA-Label

Die praktische Umsetzung des Labels stellt sich wie folgt dar: In einem jährlichen Zyklus werden von der Gemeinschaft Energielabel Deutschland in Zusammenarbeit mit den anderen europäischen Organisationen und den Herstellerverbänden die Grenzwerte für die Prämierung der einzelnen Gerätegruppen festgelegt. Dabei werden neue Entwicklungen im jeweiligen Produktbereich berücksichtigt und bei Bedarf die Grenzwerte so verändert, dass jeweils die besten (etwa 20 bis 30 Prozent) der am Markt befindlichen Geräte ausgezeichnet werden. Zurzeit sind Kriterien für die in Tabelle 2 aufgelisteten Gerätegruppen festgelegt.

Tabelle 2: Gerätegruppen mit Auszeichnung durch das GEA-Label*

	Anzahl der Hersteller	Anzahl der Modelle
PC ohne integriertem Bildschirm	4	24
Drucker	6	25
Monitor	21	136
Multifunktionales Gerät	6	36
Faxgerät	5	6
Kopierer	10	87
Fernseher	14	256
Hi-Fi-Geräte	1	4
Videorecorder	9	85
Energiesparschalter	3	10
Summe	56	669

*Quelle: Zusammenstellung Michael Geißler.

8. Energiestiftung Schleswig-Holstein, Kiel,
9. IMPULS-Programm Hessen, Darmstadt,
10. Niedersächsische Energieagentur, Hannover,
11. Umweltstiftung WWF Deutschland, Berlin.

Die einzelnen Mitglieder der GED führen in ihrem Wirkungsspektrum Werbemaßnahmen und Informationsangebote zu dem Thema Standby und zur Verbreitung des GEA-Labels durch. Die GED ist im Wachsen begriffen und nimmt weiterhin neue aktive Mitglieder auf.

Wenn Sie sich als interessierter Großeinkäufer oder als potenzielles Mitglied an die GED wenden wollen, steht Herr Geißler als Ansprechpartner zur Verfügung. Für die Hersteller ist ein Technisches Büro eingerichtet, das direkt die Prämierung in die Wege leitet. Der Koordinator sorgt für die Abstimmung hinsichtlich der Ausgestaltung der Grenzwerte im internationalen Kontext und in Koordination mit den Herstellern.

4. Ansprechpartner bei der GED

Sprecher der GED: Michael Geißler
 Berliner Energieagentur GmbH
 Rudolfstraße 9
 D-10245 Berlin
 Telefon: (0 30) 29 33 30-0
 Telefax: (0 30) 29 33 30-99

Koordinator der GED: Michael Jäkel
 ABAKUS GmbH & Co. KG
 Hindenburgstraße 5-6
 54290 Trier
 Telefon: (06 51) 4 40 93
 Telefax: (06 51) 7 31 78

Technisches Büro der GED: Büro für Energie und Umwelt
 Herrn Alec von Fersen
 Franziusstraße 8-14
 60314 Frankfurt
 Telefon: (0 69) 4 94 09 66
 Telefax: (0 69) 4 95 09 69

Roland Gräbel

Verringerung des Betriebsstromverbrauchs von Heizungsanlagen – kommunale Instrumente und Maßnahmen

1. Vorhaben zur Senkung des Betriebsstromverbrauchs

Um den Betriebsstromverbrauch von Heizungsanlagen zu senken, werden in der Landeshauptstadt München zurzeit zwei Ansätze verfolgt:

- Zum einen werden zur Förderung der Brennwerttechnik in nicht kommunalen Gebäuden neue Förderbedingungen mit Grenzwerten für einen maximalen Stromverbrauch von Brennwertkesseln bei bestimmten Betriebszuständen entwickelt. Zuletzt wurde gegen den Widerstand der Industrie die Bekanntgabe der vom Hersteller selbst gemessenen Verbrauchswerte (anhand eines Formblatts der Landeshauptstadt München) als Förderbedingung für Brennwertkessel entsprechend der Bauart des Umweltzeichens „UZ 61“ eingeführt. Brennwertkessel anderer Bauart und mit höherer Leistung sowie Ölbrennwertkessel sind derzeit in München ohne weitere Anforderungen hinsichtlich des Betriebsstromverbrauchs förderfähig. Die Gesamtproblematik zum Betriebsstromverbrauch (Unterschiede von großen und kleinen Anlagen, Einbeziehung des Rohrnetzabgleichs usw.) ist sehr komplex. Deshalb konzentriert sich die Stadt München zurzeit auf neue Grenzwerte im Massenmarkt der kleinen Gasbrennwertkessel bis 70 kW.
- Zum anderen wird eine Aktion zur Minimierung des Stromverbrauchs in nicht kommunalen Heizungsanlagen mit den Bausteinen:
 - Fortbildung der Handwerker – finanziert durch die Stadt München,
 - kostenloser Check (Pumpe und Rohrnetzabgleich) vor Ort für die Bürger durch autorisierte Innungsbetriebe
 wegen der angekündigten neuen Pumpengeneration vorerst verschoben.

Zwischenzeitlich beschäftigen sich diverse Institutionen mit der Thematik. Das Umweltbundesamt ist mit der Einbeziehung von Kriterien zum Betriebsstromverbrauch in die derzeit neu erstellten Vergaberichtlinien des „Blauen Engels“ vermutlich gescheitert. In Hannover wurden im Rahmen eines Förderprogramms für private Gebäude „moderate Grenzwerte“ zum Betriebsstromverbrauch von Brennwertkesseln festgelegt.

Wie könnte es weitergehen? Grenzwerte zum Betriebsstromverbrauch, die eine Reduzierung um bis zu 90 Prozent beim Standby-Verlust und beim Pumpenstromverbrauch bedeuten würden, sind möglich. Die Vergabespielregeln des „Blauen Engels“ scheinen jedoch für dieses Problem kein geeignetes Instrument mehr zu sein. Ein kommunales (Klimabündnis)-Label könnte hingegen erhebliche Effekte bewirken. Die Industrie sieht die Gefahr unwägbarer Kostensteigerungen im Fall vieler unterschiedlicher Labels und Messmethoden. Eine Zusammenarbeit mit der Industrie für neue Grenzwerte ist vor allem dann zu erwarten, wenn nur eine neue Anforderung in den Kommunen definiert wird. Zurzeit wird die Normung für die neue Energiesparverordnung umgestellt. Diese Änderungen sind bei der Definition der neuen Standards zu berücksichtigen.

Die Zeitschrift „Stiftung Warentest“ enthält in der Ausgabe November 2000 einen Test von Wärmeerzeugern mit Stromverbrauchswerten, dessen Messverfahren vermutlich für ein kommunales Label praktikabel ist.

2. Entwicklung von Förderrichtlinien

Nachdem in der neuen Energiesparverordnung auch eine Nachrüstpflicht für Wärmeerzeuger enthalten sein wird, ist momentan ein sehr günstiger Zeitpunkt für die Entwicklung der neuen stromsparenden Standards. Im Rahmen des zu erwartenden Booms beim Kessel austausch könnten die neuen Standards bereits einen hohen Marktanteil erreichen.

Der Verwaltungsaufwand für die Entwicklung von Förderrichtlinien der Kommunen ist immer gleich groß. Bei der Festlegung von neuen Spielregeln zum Betriebsstromverbrauch sollten deshalb deutlich strengere Anforderungen als derzeit in Hannover definiert fixiert werden. Die Förderung der Brennwerttechnik in Neubauten als Stand der Technik ist nicht mehr sinnvoll. In Altbauten macht die Förderung der Brennwerttechnik nur noch Sinn, wenn umgehend strenge Anforderungen zum Betriebsstromverbrauch aufgestellt werden können. Andernfalls wird die Stadt München die Förderung der Brennwerttechnik 2001 einstellen.

Wenn die Bauteile (Komponenten der Regelung und Pumpe) von stromsparenden Techniken bei Brennwertkesseln allgemeiner Standard in der Heizungstechnik geworden sind, könnten sich diese Bauteile auch in „Billig-Produkten“ und sonstigen Niedertemperaturkesseln wiederfinden, womit die Wirkung der kommunalen Förderung weiter erhöht würde.

Andere Instrumente für Kommunen ohne Förderprogramme sind:

- „ Vereinbarung in Contracting-Verträgen,
- „ Information der Bürger.

3. Berücksichtigung technischer Details

Unterschiedliche Konstruktionsprinzipien der Hersteller bedingen unterschiedliche wasserseitige Druckverluste der Wärmeerzeuger. Bei der Festlegung neuer Anforderungen zum Stromverbrauch ist darauf zu achten, dass auch der thermische Wirkungsgrad berücksichtigt wird.

Die Steuerung und Regelung der Umwälzpumpen durch die Brennwertkessel (z.B. „Pumpen aus“ bei Nachtabsenkung bis etwa minus fünf Grad, Frostschutz sollte je nach Dämmstandard des Gebäudes frei einstellbar sein) muss bei der Definition der Anforderungen für Stromspar-Standards berücksichtigt werden.

Mit welcher Wirkung bei den einzelnen Wärmeerzeugern Pumpen und Gebläse im Teillastbereich agieren, wird durch die Wahl des Messpunkts zur Grenzwertfindung erfasst. Der Messpunkt bei 30 Prozent der Maximalleistung ist hinsichtlich der Temperaturverteilung in der Heizperiode repräsentativ. Die Umrechnung der Verbrauchskennwerte in einen Jahresverbrauch ist im Rahmen einer Grenzwertfindung zum Betriebsstromverbrauch nicht notwendig.

4. Protokollierte Diskussionspunkte

Im Rahmen des Workshops wurden die folgenden Punkte intensiv diskutiert:

- „ Zur Erfassung des Betriebsstromverbrauchs ist der Einbau von Stromzählern in Heizanlagen sinnvoll.
- „ In Schaltkästen von Heizungsanlagen ist ein Betriebsstromverbrauch bis über zwei Kilowatt möglich. In einem Fall sollte eine Kühlung des Schaltschranks eingebaut werden, womit ein Gesamt-Stromverbrauch von insgesamt sechs Kilowatt erreicht werden wäre. Hier wurde durch einen kleinen Ventilator Abhilfe geschaffen.
- „ Bei geregelten Pumpen neuerer Bauart werden zwar im Betrieb Einsparungen erreicht, die voreingestellten Betriebszeiten sind jedoch unnötig lang.

5. Zusammenfassung

Der Betriebsstromverbrauch von Heizungsanlagen ist unnötig hoch. Durch neue Bauteile, modifizierte Regelungsmöglichkeiten und Maßnahmen an Heizungsanlagen können erhebliche Einsparpotenziale in der Größenordnung eines Kraftwerks ohne Komfortverlust erzielt werden. Die Landeshauptstadt München bemüht sich in einem ersten Schritt hierzu gemeinsam mit den Herstellern von Brennwertkesseln (entsprechend der Bauart des Umweltzeichens ZU 61) um die Förderung einer neuen Generation von stromsparenden Produkten. Ein gemeinsames Vorgehen der Kommunen wäre dabei wünschenswert.

Der Workshop hatte zum Ziel, eine Vernetzung kommunaler Tätigkeiten zur Verringerung des Betriebsstromverbrauchs anzuregen. Dazu gibt es erste Überlegungen für ein „Kommunales Label“. Zum Austausch von Informationen hat der Referent zunächst seine E-Mail-Adresse (roland.graebel@muenchen.de) angeboten.

Gebäudesanierung

Heinz Dallmann

Methodik und praktischer Nutzen von Kennwerten – Heizung

1. Was sind Energiekennwerte?

Mit Kennzahlen lassen sich in universeller Form spezifische Eigenschaften von Vorgängen durch funktionale Zusammenhänge beschreiben. Grundlage hierfür ist die Ähnlichkeitstheorie, nach der alle einen Vorgang beeinflussenden Größen zu (dimensionslosen) Kennzahlen zusammengefasst werden können¹. So charakterisiert z.B. die Reynoldszahl (Re) die Strömungsverhältnisse in Rohren und kann mittels empirischer Beziehungen zur Bestimmung der Rohrreibungsverluste benutzt werden.

Im Gegensatz zu Kennzahlen auf der Grundlage der Ähnlichkeitstheorie sind Energieverbrauchskennwerte

- selbst rein empirische Größen und
- dimensionsbehaftet, daher auch die Bezeichnung *Kennwert* und nicht *Kennzahl*.

Energiekennwerte als empirische Größen charakterisieren die zugrunde liegenden Prozesse nicht vollständig (auch wenn sie manchmal Energiekennzahl genannt werden). Zu ihrer Interpretation muss man – im Gegenteil – die zugrunde liegenden Prozesse (Bauzustand, Versorgungssysteme, Nutzungsart usw.) genau kennen, um zu sinnvollen Einschätzungen zu gelangen. Energiekennwerte stellen aber durchaus aggregierte praxisrelevante Informationen dar.

Nach Vogler² sind Energiekennwerte im weitesten Sinne ein spezifischer Energieaufwand, das heißt ein Aufwand an Energie pro Bezugsgröße und Bezugszeitraum.

Da in der Praxis der kumulierte Energieaufwand von Gebäuden noch in den Kinderschuhen steckt³, handelt es sich bei Energiekennwerten für Gebäude fast immer um den Betriebsenergieaufwand, bezogen auf ein Jahr und bezogen auf eine Gebäudefläche oder auf ein Gebäudevolumen.

$$\text{Energiekennwert} = \frac{\text{Energienmenge}}{\text{Bezugszeitraum} * (\text{Bezugsfläche bzw. Bezugsvolumen})}$$

Energiekennwerte ermöglichen einen Vergleich des Betriebsenergieaufwandes

- eines Gebäudes in verschiedenen Zeiträumen (Jahren),
- eines Gebäudes in den unterschiedlichen Planungsstadien bis hin zum tatsächlichen Verbrauch (Energiebedarf – Energieverbrauch),
- zwischen Gebäuden gleicher Nutzung, auch bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen,

¹ „Kennzahl“, Microsoft® Encarta® Enzyklopädie 2000.

² Ingrid Vogler (Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an der TU Berlin [IEMB]), Grundlagen und Kriterien für die Bildung von Energiekennwerten, Berlin 1998, http://www.iemb.de/infos/inf98_13.htm.

³ Informationen zum kumulierten Energieaufwand (KEA) sind beim Umweltbundesamt erhältlich.

- zwischen einem errechneten oder gemessenen Zustand einerseits und entsprechenden Ziel- und Grenzwerten andererseits.

Im Folgenden wird im Wesentlichen auf Heizenergiekennwerte eingegangen.

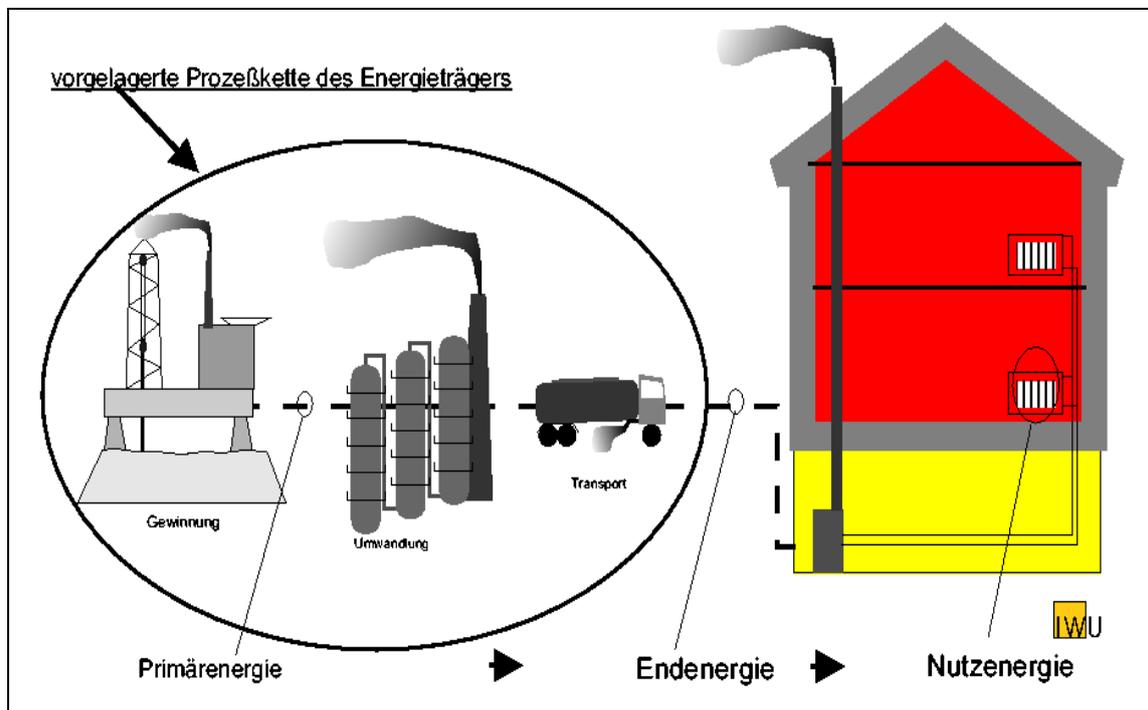
2. Klassifizierung von Heizenergiekennwerten

Energiekennwerte berechnen sich immer aus den drei Größen Energiemenge, Bezugsfläche bzw. Bezugsvolumen und Zeit. Sie lassen sich wie folgt klassifizieren.

2.1 Klassifizierung nach der Energiemenge

2.1.1 Ort der Ermittlung der Energiemenge im Prozess der Energieumwandlung

Abbildung 1: Bilanzkreise nach Steinmüller*.



*Quelle: Bernd Steinmüller (Institut Wohnen und Umwelt), Energieeinsparung Gebäudebestand. Foliensatz, Darmstadt 1999, <http://www.iwu.de>.

2.1.2 Methode der Ermittlung der Energiemenge

Die methodische Besonderheit des (berechneten) Bedarfs im Vergleich zum (gemessenen) Verbrauch besteht in den Standardbedingungen, die der Berechnung zugrunde gelegt werden:

- Standardklima inklusive
 - Außentemperaturen,
 - Sonneneinstrahlung,
 - Windeinfluss,

- n Standardnutzung inklusive
 - s Innentemperaturen,
 - s Betriebszeiten,
 - s Absenkezeiten,
 - s Lüftungsraten,
 - s Anlagenwirkungsgrade,
 - s innere Wärmelasten und Wärmegewinne.

Tabelle 1: Beispiele für Methoden zur Ermittlung der Heizenergiemenge*

	Energiebilanzkreis		
	Primärenergie	Endenergie	Nutzenergie
Bilanzgrenze	Erdoberfläche	Grundstücksgrenze	Wärmeübertragende Hüllfläche des Gebäudes
Gebräuchliche Bezeichnungen	Primärenergiebedarf für Heizung	Heizenergiebedarf, Heizenergieverbrauch	Heizwärmebedarf, Heizwärmeverbrauch
Energieverbrauch (Messung)	Nicht praktikabel in Bezug auf Gebäude	Energiezähler für Wärme, Gas, Strom und adäquate Verfahren	Energiezähler für Wärme, Gas, Strom und adäquate Verfahren
Energiebedarf (Berechnung)	Nutzenergieberechnung + GEMIS Rechenverfahren der Energieeinsparverordnung	DIN 4701 + VDI 2067 Energiekennzahl nach Hausener/Hausladen Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung (Hessen): „Energiekennwert Heizenergie“ EN 832 mit nationalen Umsetzungsnormen DIN 4108-6 (Heizwärmebedarf) und DIN 4701-10 (Heizungs- und anlagentechnische Kennwerte)	Wärmebilanzverfahren der WSchV 1995 Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung (Hessen): „Energiekennwert Heizwärme“ dito: „Wärmeschutznachweis auf der Basis von Energiekennwerten“ SIA 380/1

*Quelle: Zusammenstellung Heinz Dallmann.

Von diesem Prinzip gibt es eine methodische Ausnahme: Nach VDI 3807⁴ wird der Heizenergieverbrauch auf Standardklimabedingungen „normiert“ (klimabereinigt). Damit ist es streng genommen kein Verbrauch mehr, sondern ein Zwischending zwischen Verbrauch und Bedarf. Diese für den Energetiker zunächst akademisch erscheinende Bemerkung hat aber sehr einschneidende Auswirkungen in der Kommunikation mit Nichtfachleuten. So verstehen Buchhalter oder Controller vielleicht noch, warum z.B. bei gestiegenem Verbrauch der Energieverbrauchskennwert sinkt. Die Kosten stehen aber nicht mehr in Relation zum (korrigierten) Verbrauch, und spätestens hier beginnt der Erklärungsnotstand.

Deshalb sollte im Bereich des operativen Gebäudemanagements methodisch sauber mit unkorrigierten Verbrauchswerten und klimakorrigierten Sollwerten gearbeitet werden,

4 Richtlinie VDI 3807 Blatt 1, Energieverbrauchswerte für Gebäude. Grundlagen, Juni 1994.

zumal sich dadurch auch das Unendlichkeitsproblem in warmen Sommermonaten löst (vgl. Kapitel 1).

2.2 Klassifizierung nach Bezugsfläche bzw. Bezugsvolumen

Aus Sicht der Bauphysik dürfte das beheizte Gebäudevolumen eine adäquate Bezugsgröße sein, da es sowohl die wärmeübertragende Umfassungsfläche als auch den Lüftungswärmebedarf stärker berücksichtigt als eine Bezugsfläche. In der Praxis haben sich aber „anschauliche“ Bezugsgrößen durchgesetzt.

Tabelle 2: Mögliche Bezugsgrößen für Energiekennwerte*

Kategorie	Bezugsgrößen
Fläche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ beheizte Fläche ▪ Nettogrundfläche nach DIN 277 Teil 1 ▪ Bruttogrundfläche nach DIN 277 Teil 1 ▪ Wohnfläche nach II. Berechnungsverordnung ▪ Gebäudenutzfläche nach Wärmeschutzverordnung ▪ Hauptnutzfläche (Unis, Verwaltungen) nach DIN 277 ▪ Reinigungsfläche
Volumen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ beheiztes Gebäudevolumen ▪ Nettorauminhalt nach DIN 277 Teil 1 ▪ Bruttorauminhalt nach DIN 277 Teil 1 ▪ Volumen nach Wärmeschutzverordnung
Sonstige	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Besucherplatz, Arbeitsplatz, Schüler ▪ Krankenhausbett, Wohnheimplatz ▪ Beckenoberfläche in Bädern ▪ Verkaufsfläche

*Quelle: Zusammenstellung Heinz Dallmann.

Die VDI 3807 legt als Bezugsgröße die beheizbare Bruttogeschossfläche fest. Das ist die Summe aller beheizbaren Bruttogrundflächen Bereich a (BGFa) des Gebäudes nach DIN 277 Teil 1 abzüglich größerer unbeheizbarer Bruttogrundflächen. Andere Bezugsflächen sind zulässig, wenn sie eindeutig definiert sind und bei der Angabe des Energiekennwerts ausdrücklich benannt werden (z.B. 400 kWh/m²a Hauptnutzfläche oder 200 kWh/m²a Wohnfläche).

Zur überschlägigen Umrechnung von Flächen bzw. Kennwerten werden in der VDI 3807 die in Tabelle 3 enthaltenen Anhaltswerte angegeben.

Die Praxis zeigt, dass eine korrekte Flächenermittlung unverzichtbar, aber sehr aufwendig ist, insbesondere wenn Folgekosten wie die Erstellung neuer Bestandszeichnungen entstehen.

2.3 Klassifizierung nach dem Betrachtungszeitraum

Folgende Betrachtungszeiträume sind z.B. möglich:

- „ Kalenderjahr,
- „ Abrechnungsjahr,
- „ Heizperiode,
- „ Monat.

Bei Monatswerten ist zu beachten, dass die Klimakorrektur im Sommer und in der Übergangszeit unzuverlässig wird.

Tabelle 3: Umrechnung von Gebäudeflächen in die Bruttogrundfläche nach VDI 3807 Blatt 1 und ages 2000*

Gebäudeart	Hauptnutzfläche (HNF)		Nebennutzfläche NF		Netto- grundfläche (NGF)		Wohnfläche (WF)		Brutto- grund- fläche (BGF)
	VDI	ages	VDI	ages	VDI	ages	VDI	ages	
Grundschulen	0,59		0,66		0,89				1,00
Gymnasien			0,54						1,00
Berufliche Schulen			0,62						1,00
Verwaltungsgebäude	0,48	0,48	0,61	0,59	0,87	0,82			1,00
Altenwohnheime	0,43		0,60		0,87				1,00
Kindertagesstätten	0,50	0,50	0,62	0,66		0,84			1,00
Bibliotheksgebäude			0,54						1,00
Sporthallen		0,64	0,68	0,77		0,91			1,00
Ein-/Zweifamilienhäuser							0,71		1,00
Geschosswohnhäuser							0,59		1,00
Gerichtsgebäude		0,42		0,59		0,82			1,00
Geb. für wissenschaftliche Lehre und Forschung		0,53		0,61		0,84			1,00
Schulen		0,59		0,66		0,89			1,00
Kindergärten		0,50		0,66		0,84			1,00
Mehrzweckhallen		0,62		0,75		0,90			1,00
Wohnheime		0,50		0,65		0,84			1,00
Betreuungseinrichtungen		0,58		0,66		0,85			1,00
Beherbergungseinrichtun- gen		0,58		0,68		0,88			1,00
Gebäude für öffentliche Bereitschaftsdienste		0,61		0,74		0,88			1,00
Feuerwehren		0,53		0,77		0,86			1,00
Gemeinschaftshäuser		0,58		0,72		0,88			1,00

*Quelle: Zusammenstellung Heinz Dallmann nach: VDI 3807 „Energieverbrauchswerte für Gebäude“. Grundlagen, 1994, und ages GmbH, Verbrauchskennwerte 1999. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der BRD, 3. Aufl. Münster 2000, <http://www.ages-gmbh.de>.

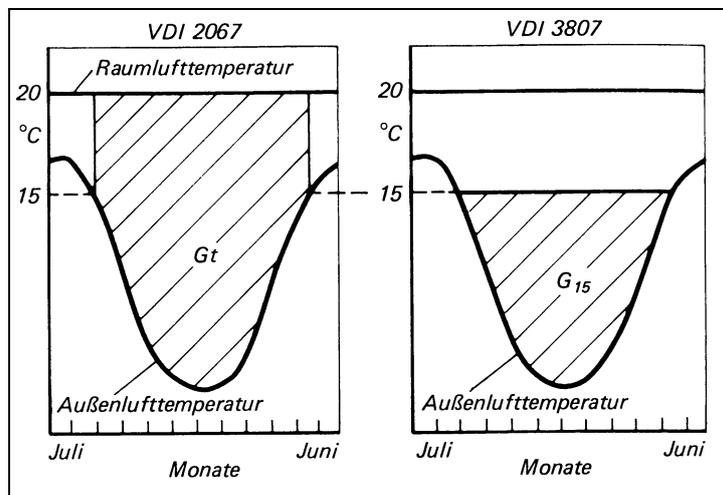
3. Klimabereinigung von Heizenergiekennwerten

Nach VDI 3807 und nach VDI 2067 wird der Heizenergiebedarf nach unterschiedlichen Methoden bereinigt. Gemäß VDI 3807 gilt:

$$\text{Bereinigter Energieverbr. } E_v = \text{Gemessener Energieverbr. } E_{vg} * \frac{\text{Mittlere Heizgradtage } G_{15m}}{\text{Heizgradtage } G_{15}}$$

Analog erfolgt die Klimabereinigung nach VDI 2067, nur dass dort mit Gradtagen gearbeitet wird. Den Unterschied macht Abbildung 2 anschaulich.

Abbildung 2: Schematische Darstellung der Gradtagszahl G_t nach VDI 2067 und der Heizgradtage G_{15} nach VDI 3807*



*Quelle: Darstellung Heinz Dallmann.

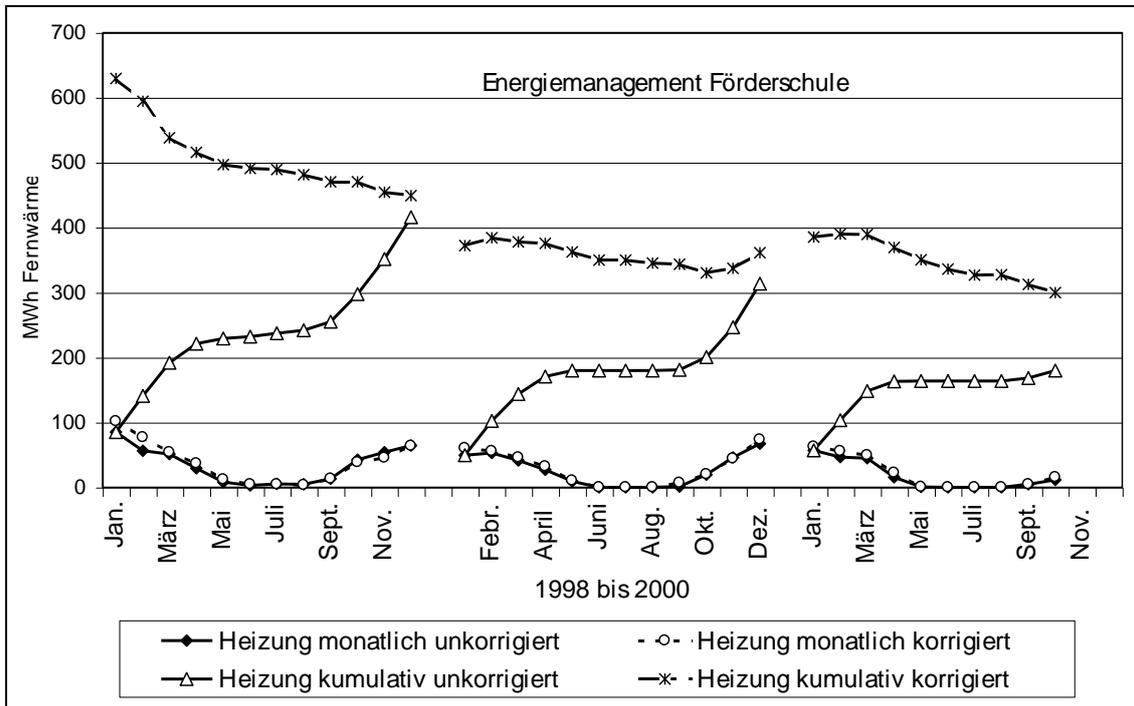
Die Unterschiede zwischen beiden Methoden sind praktisch meist unerheblich.

Bei der Bereinigung von Monatswerten ist die Aussage der VDI 3807 zu beachten, wonach die Heizgradtage des zugrunde gelegten Zeitraums mindestens 250 K·d betragen sollten. Danach ist eine Korrektur von Monatsenergieverbräuchen nur im Winter möglich. In warmen Sommermonaten kann sogar der Quotient aus mittleren Heizgradtagen und Heizgradtagen unendlich groß werden, was eine Bereinigung auch formell rechnerisch unmöglich macht.

Hier gibt es zwei Möglichkeiten, um im operativen Gebäudemanagement trotzdem korrekt arbeiten zu können.

Die erste Möglichkeit ist, mit kumulierten Heizenergieverbräuchen zu arbeiten. Der Beginn des Betrachtungszeitraums muss dabei allerdings im Winter liegen.

Abbildung 3: Beispiel für unterschiedliche Arten der Klimabereinigung*



*Quelle: Darstellung Heinz Dallmann.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, den Heizenergieverbrauch nicht zu bereinigen und dafür mit bereinigten Sollwerten zu arbeiten.

4. Aspekte der praktischen Anwendung von Energieverbrauchskennwerten

4.1 Organisatorisch-administrative Voraussetzungen

Die Möglichkeiten der Nutzung von Energiekennwerten sind mannigfaltig:

- n operatives Gebäudemanagement, Benchmarking,
- n monatliche Auswertung der Energieverbräuche und Energiekosten mit den für den Betrieb Verantwortlichen,
- n Kontrolle der Einhaltung von entsprechenden Ziel- und Grenzwerten,
- n Budgetplanung und Budgetverfolgung (Plan-Ist-Vergleich),
- n Vertragsmanagement für Energielieferverträge,
- n Planung und Kontrolle von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an gebäudetechnischen Anlagen,
- n Planung und Erfolgskontrolle von komplexen Gebäudesanierungen,
- n Energieversorgungskonzepte.

Energiemanagement ist aber nicht zum Nulltarif zu haben, auch wenn es sich durchaus rechnen kann. Für die erforderlichen Arbeiten sind die entsprechenden finanziellen und personellen Kapazitäten einzuplanen. Die Arbeitsergebnisse sind in den entsprechenden Leitungsgremien vorzutragen und notwendige Entscheidungen zu treffen. In Projekten der Brandenburgischen Energiesparagentur BEA⁵ hat sich bewährt, für öffentliche Verwaltungen eine Dienstanweisung Energie auszuarbeiten, auf deren Grundlage der externe oder interne Energiebeauftragte tätig ist.

4.2 EDV-Programme für das Energiemanagement

EDV-Programme für das Energiemanagement stellen im Kern eine Datenbank für die verschiedenen Arten des Energieverbrauchs, Vertrags- und Rechnungsdaten, Gebäudedaten sowie Klimadaten dar. Energiekennwerte werden als abgeleitete Größen daraus berechnet. Energieverbrauch, Vertrags- und Rechnungsdaten bilden die überwiegende Datenmasse. Sie gehen monatlich in die Buchhaltung ein, werden dort geprüft und zum großen Teil in die betriebswirtschaftliche Software übernommen. Üblicherweise sind diese Daten für das Energiemanagement aber nicht verfügbar.

Deshalb werden alle energetisch relevanten Daten (nochmals) ermittelt und erfasst. In der Regel werden selbst die Zählerstände parallel zu den Abrechnungen der Energieversorger (das heißt doppelt) erfasst. Selbst dort, wo Gebäudebetreiber und Energieversorger über entsprechende Leittechnik dieselben Zählerdaten auslesen und benutzen, kommt es bei der Ermittlung der Rechnungsbeträge respektive Kosten zu Differenzen durch unterschiedliche, weil unabgestimmte Berechnungs- und Rundungsalgorithmen. Der daraus resultierende Mehraufwand für das Energiemanagement ist erheblich.

Gegenwärtig gibt es eine Reihe von EDV-Programmen zur Arbeit mit Energiekennwerten, denen aber allen der oben genannte Mangel der redundanten Datenhaltung anhaftet. Darin wird eine der Ursachen gesehen, dass Energiemanagement in öffentlichen Verwaltungen immer noch nicht die Regel ist.

4.3 Nachweis des Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch

Der Energieverbrauch eines Gebäudes ist lange nicht zu hundert Prozent vom Nutzer zu beeinflussen. Realistische Einsparpotenziale liegen im Bereich von zehn bis 30 Prozent. Deshalb ist es nicht uninteressant, den Teil des Energieverbrauchs zu separieren, der vom Nutzer ohnehin nicht zu beeinflussen ist. Ein solcher Ansatz wurde von Maurer⁶ vorgestellt. Dabei wird ein nutzerabhängiger Restenergieverbrauch ermittelt. Dieser ist (fast) gleich der Differenz aus Nutzenergieverbrauch und klimabereinigtem Jahresheizenergiebedarf nach Wärmeschutzverordnung 1995.

Kritisch an diesem interessanten Ansatz ist die Schwierigkeit der Messung des Nutzenergieverbrauchs in großen Gebäuden und die Verwendung des (modifizierten) Verfahrens der Wärmeschutzverordnung.

5 Anmerkung des Herausgebers: Seit dem 1.1.2001 ist die BEA Bestandteil der ZukunftsAgentur Brandenburg (<http://www.zab-brandenburg.de>).

6 Reinhold Maurer u.a. (Energie- und Umweltbüro), Die Suche nach signifikanten Bewertungsgrößen im Wärmeschutz, <http://www.gedeva.de/main/de/wschr95>.

Gerolf Eden

Sanierung des Schulzentrums Isernhagen

1. Zusammenfassung

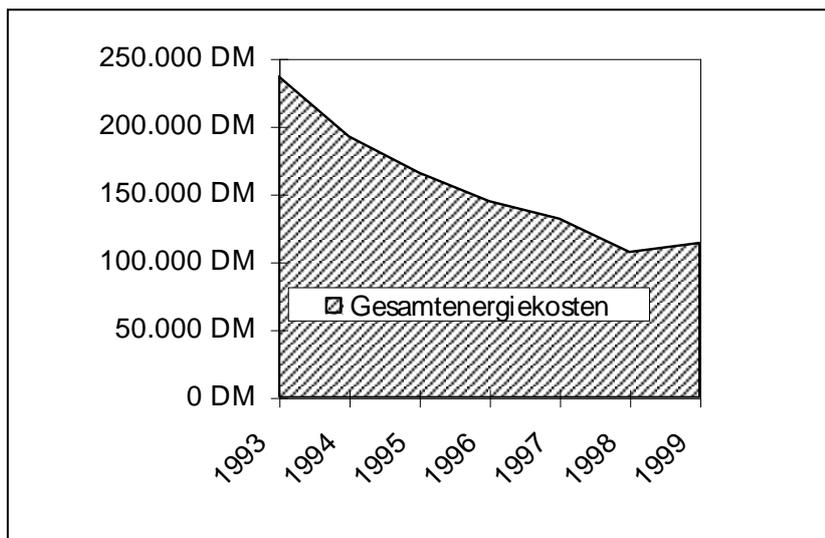
Am Beispiel des Schulzentrums Isernhagen wird die energetische Modernisierung größerer öffentlicher Gebäude vorgestellt. Das Schulgebäude samt Turnhalle mit einer Gesamtfläche von etwa 15.500 m² stammt aus den Jahren 1976 bis 1980. Wesentliche Maßnahmen waren:

- Decken- und Flachdachsanieierung inklusive Dämmung,
- Beleuchtungsmodernisierung und helle Decken,
- Heizungsmodernisierung (zwei moderne Brennwertkessel zu je 470 kW, Einbau Blockheizkraftwerk mit 96 kW thermischer und 42 kW elektrischer Leistung, aufgeteilt auf drei Module, Regelanlage, Pumpen usw.),
- Aufbau einer Fotovoltaikanlage mit 8 kW_{peak},
- Sensibilisierung der Lehrer, Schüler und Hausmeister.

Die Maßnahmen werden in den Jahren 1993 bis 2004 umgesetzt.

Zwischenergebnis: Die jährlichen Gesamtenergiekosten 1998 und 1999 waren um rund 50 Prozent gegenüber 1991 bis 1993 gesunken. Dies entspricht einer CO₂-Einsparung von etwa 250 Tonnen pro Jahr.

Abbildung 1: Verlauf der Energiekosten des Schulzentrums 1993 bis 1999*



*Quelle: Darstellung Gerolf Eden.

Amortisierung der Anlagen: nach etwa fünf bis sieben Jahren, Fotovoltaikanlage nach rund zwölf Jahren (bei Vergütung gemäß EEG¹). Die energetische Modernisierung des Schulzentrums war Bestandteil des Isernhagener Beitrags zum EXPO-Projekt KLEX (Klimaschutzprogramm der EXPO-Region Hannover).

2. Gemeinde Isernhagen und Schulzentrum

Die Gemeinde Isernhagen liegt am nordöstlichen Stadtrand von Hannover. Mit 24.000 Einwohnern, verteilt auf acht Ortschaften, zählt sie zu den kleineren Gemeinden. Sie ist seit 1974 selbstständig.

Das Schulzentrum mit separat stehender Turnhalle (gesamt 15.500 m²) wurde in drei Bauabschnitten zwischen 1976 und 1980 erbaut. Zahl der Schüler und Lehrer: etwa 900. Ein Teil der Klassenräume wird abends durch die Volkshochschule (VHS) genutzt; die Turnhalle ist außerhalb des Unterrichts zusätzlich durch Vereine belegt. Der Energieverbrauch von Schulgebäude und Turnhalle wird bislang über gemeinsame Zähler gemessen.

3. Vorgehensweise bei der Sanierung

Mit der Einstellung eines Energiebeauftragten 1993 begann eine nachvollziehbare, systematische Sanierung. Basiswerte der unterschiedlichen Arten des Energieverbrauchs wurden aufgenommen und daraus Energiekennwerte berechnet. Die Gegenüberstellung mit Vergleichskennwerten z.B. nach VDI 3807 ergab deutlich überhöhte Werte.

Aus einer Analyse des baulichen und technischen Ist-Zustands ging eine Palette von möglichen Sanierungsmaßnahmen hervor, die einer Wirtschaftlichkeitsprüfung unterzogen wurden. Es wurden prinzipiell nur Maßnahmen zugelassen (bzw. Maßnahmen daraufhin verändert), bei denen die Amortisationszeit die zu erwartende Nutzungsdauer nicht überschritt. Die energetische Sanierung wurde möglichst in Maßnahmen zur Gebäudeunterhaltung eingepasst. Die Bereitstellung von Geldern sowie schulische Erfordernisse waren weitere wesentliche Faktoren für das zu erstellende Sanierungskonzept. Das Resultat sah eine schrittweise Sanierung über die Jahre 1993 bis 2004 vor.

Der Energiebeauftragte nimmt jährlich die Verbrauchswerte auf, analysiert und dokumentiert sie in Form eines Energieberichts.

4. Zustand der Schule vor Sanierungsbeginn

Wie aus dem Energieversorgungskonzept der Gemeinde Isernhagen hervorgeht, handelt es sich um ein typisches Bauwerk aus dem Ende der 70er Jahre. Die Heizkörper sind nur teilweise mit Thermostatventilen bestückt, Fensterdichtungen defekt, die Kellerdecke nicht gedämmt, die Wärmeversorgung einzelner Bereiche im ersten Bauabschnitt nicht getrennt regelbar, im zweiten Bauabschnitt nur über Temperatur, eine Nachtabenkung ist nicht (genügend) funktionsfähig, Kessel sind überdimensioniert (3 x 900 kW) usw. Für

1 Gesetz über den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) vom 1. April 2000.

die Elektrik gilt Ähnliches. In der Pausenhalle sind z.B. 125-Watt-Quecksilber-Dampflampen in zudem dunkler Decke versenkt, 150-Watt-Strahler nicht in Sektionen schaltbar, in den Fluren keine Sparschaltung möglich, die Turnhalle trotz Möglichkeit zur Sparschaltung immer zu hundert Prozent beleuchtet usw.

5. Sanierungskonzept und Ergebnisse

Das Konzept enthält 31 Maßnahmen, die auf die Jahre 1993 bis 2004 verteilt sind. Das Maßnahmenpaket besteht im Wesentlichen aus folgenden Punkten:

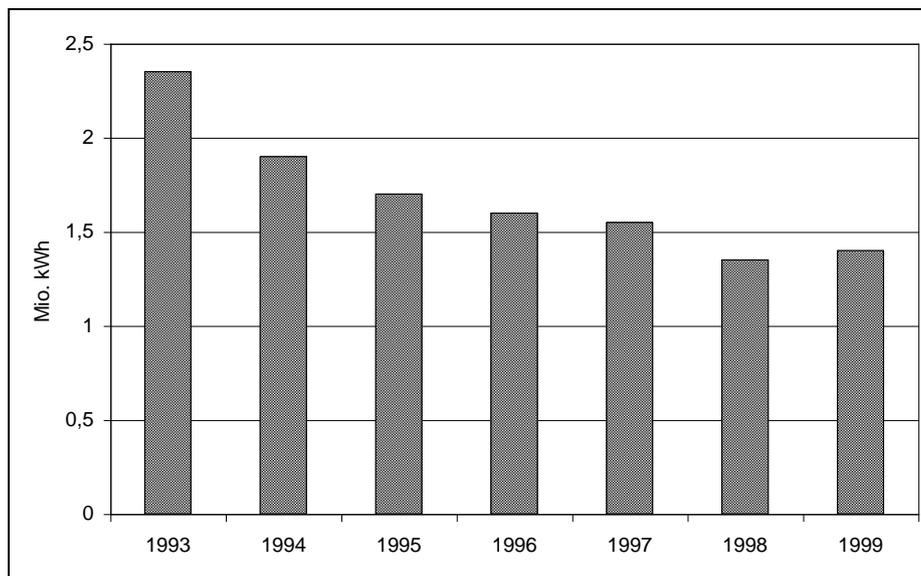
1. Sensibilisierung der Hausmeister, Lehrer und Schüler für das Energiesparen:
In einer der ersten Maßnahmen zur Energieeinsparung im Schulzentrum wurden die Hausmeister auf ihre neuen Aufgaben vorbereitet. Zusätzlich wurde eine Dienstweisung „Energie“ erstellt, welche den Betrieb der Heizung, Raumtemperaturen, Licht usw. exakt regelt. Aufgrund der digitalen Regelungsanlage lässt sich der Betriebszustand der Heizung auf dem PC des Energiebeauftragten jederzeit ablesen und gegebenenfalls auch neu einstellen. Das Lehrerkollegium ließ sich in Vorträgen und Besprechungen für das Energiesparen gewinnen, das Kollegium selbst bezog das Thema für die Schüler in den Unterricht ein. Weiterhin gibt es Informationsschreiben für spezielle Themen, z.B. zum Einsatz der PC.
2. Sanierung der Flachdachteile mit Erhöhung der Wärmedämmung:
Flachdachsaniierungen waren und sind im Zuge der Gebäudeunterhaltung notwendig. Die energetische Sanierung enthält dann unter anderem die Erhöhung der vorhandenen 60 mm dicken Polystyrolämmung mit 80 mm dicken Dämmstoffplatten aus FCKW-/HFCKW-freiem extrudierten Polystyrol. Die Flachdächer wurden in der Regel als Umkehrdächer ausgeführt, um die Kosten der Attikaerhöhung und die Gerüstkosten zu sparen. Amortisation statisch: etwa 19 Jahre, dynamisch etwa 40 Jahre (Zins: 4,2 Prozent). Der letzte Abschnitt der Flachdachsaniierung wird voraussichtlich im Jahr 2003 abgeschlossen werden.
3. Erneuerung der Heizungsanlage mit Regelung und Pumpen:
Ein Kessel (900 kW) wurde bereits 1993 außer Betrieb genommen, alle drei Kessel (je 900 kW) 1995 im Zuge der Gebäudeunterhaltung gegen modulierende Brennwertkessel (2 x 470 kW) ausgetauscht. Hinzu kommt ein BHKW mit insgesamt 96 kW Heizleistung, siehe Punkt 4. Außerdem wird die alte Regelung gegen eine digitale Heizungsregelung (DDC-Anlage) mit den dazugehörigen Feldgeräten ausgetauscht, die per Modem direkt mit dem Bauamt verbunden ist. Amortisation statisch: 14,4 Jahre, dynamisch 22,5 Jahre. Die über zwanzig Jahre alten Umwälzpumpen werden durch moderne Differenzdruckpumpen ersetzt, die Pumpleistung kann um bis zu 50 Prozent reduziert werden mit Hilfe der neuen Regelung wird die Zahl der Betriebsstunden abgesenkt. Amortisation statisch: 3,7 Jahre, dynamisch: 4,1 Jahre.

In der Abbildung 2 ist die im Wesentlichen durch die Maßnahmen zu 1) bis 3) eingesparte Heizenergie dargestellt.

4. Einbau eines BHKW, einer Fotovoltaikanlage und dem Wechsel auf Kompaktleuchtstofflampen mit sinnvoller Systemschaltung:

In die Stromversorgung wird seit 1995 ein Blockheizkraftwerk einbezogen (drei Module je 32 kW thermische und 14 kW elektrische Leistung). Das BHKW ist auf Stromerzeugung ausgelegt, das bedeutet eine lange Laufzeit (über 5.500 Stunden) pro Jahr. Es gibt jedoch eine Obergrenze der sinnvollen Stromerzeugung, sie entspricht dem Eigenverbrauch (soweit kann Eigenstromerzeugung mit vollem Betrag, rund 27 Pf/kWh, gegen Stromrechnung gegengerechnet werden) plus Durchleitung ins Schwimmbad (gegengerechnet mit 16 Pf/kWh). Für das BHKW wurden etwa 200.000 kWh Stromproduktion angenommen. Anhand einer Jahresdauerlinie für die Wärmelast im Schulzentrum sollte das BHKW etwa zehn Prozent der Wärmelast abdecken.

Abbildung 2: Heizenergieverbrauch 1993 bis 1999*



*Quelle: Darstellung Gerolf Eden.

Tabelle 1: Gewinn- und Verlustrechnung Blockheizkraftwerk*

	1999 kWh	1996 DM	1999 DM
Stromproduktion für Schulzentrum (mittlere Vergütung 0,27 DM/kWh)	160.110	54.935	43.229
Durchleitung zum Hallenbad (mittlere Vergütung 0,16 DM/kWh)	50.040	6.700	8.089
Anteiliger Gasverbrauch	249.369	-13.312	-13.458
Vollwartungsvertrag über 10 Jahre (0,06 DM/kWh erzeugter elektrischer Energie)		-16.699	-14.616
Jährlicher BHKW-Gewinn		31.624	23.244

*Quelle: Zusammenstellung Gerolf Eden.

Bei Kosten von etwa 150.000 DM (nach Abzug der Landesförderung) bedeutet das eine statische Amortisationszeit von rund fünf bis sechs Jahren.

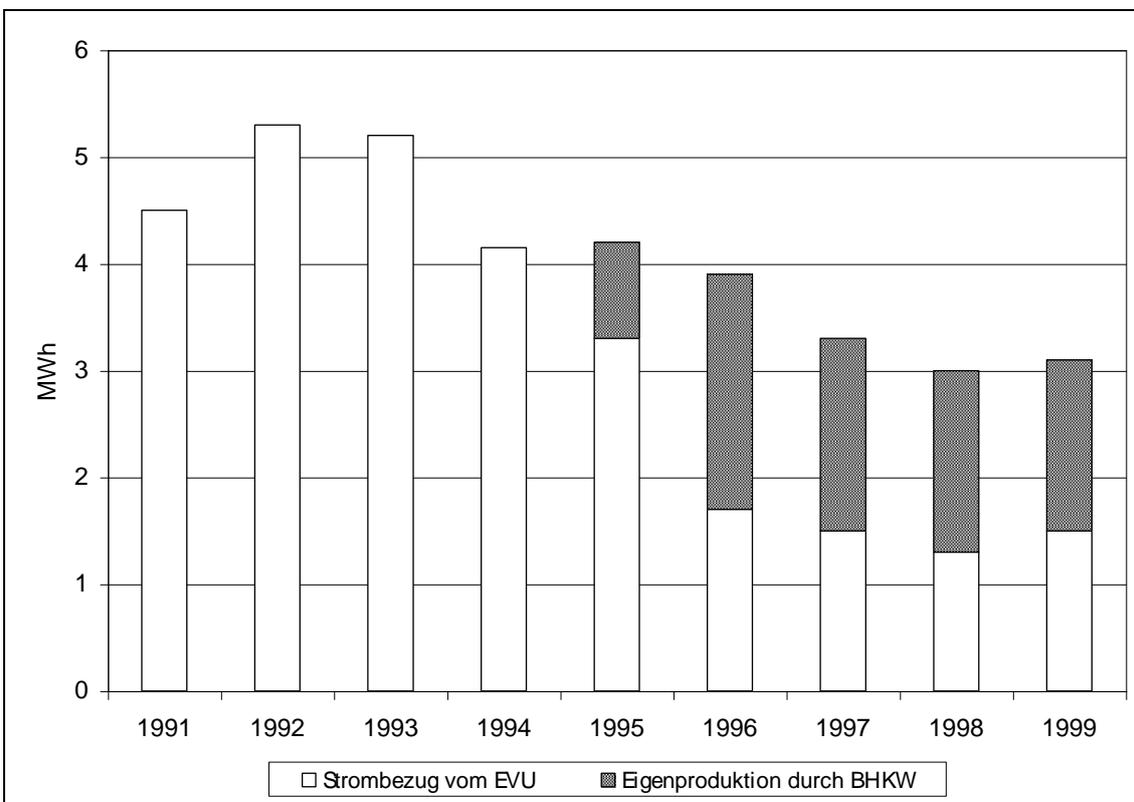
1997 wurde eine Fotovoltaikanlage mit einer Leistung von etwa 1 kW_{peak} auf dem Dach des Schulgebäudes in Betrieb genommen. Diese konnte im Jahr 2000 auf 8,2 kW_{peak} erweitert werden (Aufbau und Verkabelung durch Schüler des Gymnasiums, Haus- und Geräteanschluss gewerblich). Erwartete Einspeisung: etwa 7.000 kWh/Jahr, das heißt bei einer Einspeisung ins Netz gemäß EEG von 0,99 DM/kWh eine Vergütung von über 6.900 DM. Amortisation statisch: rund zwölf Jahre.

Die Beleuchtungssanierung umfasst in der Regel den Austausch alter Leuchtstofflampen durch moderne T5-Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten. Amortisation statisch 7,1 Jahre.

Die Sporthalle erhielt eine moderne Lichtregelungsanlage, durch die die Spannung von 230 Volt auf 180 Volt ohne nennenswerten Lichtverlust abgesenkt wird. Amortisation statisch: etwa drei Jahre.

Im Wesentlichen durch die Maßnahmen zu 1) und 4) werden der Stromverbrauch wie in Abbildung 3 gesenkt sowie durch Eigenproduktion von Strom die Kosten zusätzlich gemindert.

Abbildung 3: Stromverbrauchsentwicklung von 1991 bis 1999*



*Quelle: Darstellung Gerolf Eden.

Die Sanierungsmaßnahmen zur Einsparung elektrischer Energie werden 2004 abgeschlossen sein.

6. Literaturempfehlungen

ages GmbH, Verbrauchskennwerte 2000. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden in der Bundesrepublik Deutschland, Münster 2000.

Duscha, Markus, und Hans Hertle, Energiemanagement für öffentliche Gebäude. Organisation, Umsetzung und Finanzierung, Heidelberg 1999.

Fichtner, Beratende Ingenieure, Energieversorgungskonzept Isernhagen, Isernhagen 1992 (unveröffentlicht).

Kommunale Umwelt-AktionN (U.A.N.) (Hrsg.), Gemeinden und Energieversorgung, Schriftenreihe der U.A.N., Heft 7, Hannover 1991.

Leonhardt, Willy, Reinhard Klopffleisch und Gerhard Jochem (Hrsg.), Kommunales Energie-Handbuch. Vom Saarbrücker Energie-Konzept zu kommunalen Handlungsstrategien, Karlsruhe 1991.

Markus Noldin

Strom vor Wärme!?

Praxisargumente für eine erfolgreiche Energiemanagement-Strategie

1. Einrichtung, Ausstattung und Ziele der Energieleitstelle im Kreis Rendsburg-Eckernförde

Anfang 1995 wurde, ausgehend vom Umweltausschuss, durch den Kreistag des Kreises Rendsburg-Eckernförde die Einrichtung einer Energieleitstelle für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen beschlossen. Für diese „fach- und ämterübergreifende Aufgabe“ wurden am 22.7.1995 per Stellenausschreibung ein Ingenieur zum Aufbau und zur Leitung der Energieleitstelle sowie ein Techniker zur Unterstützung gesucht. Die Aufgaben dieser Energieleitstelle wurden in der Stellenausschreibung wie folgt näher definiert:

- „ Zusammenarbeit innerhalb der Kreisverwaltung und mit Gemeinden und Energieversorgern,
- „ Anregen und Durchsetzen von Möglichkeiten zum Energiesparen und zur Verwendung regenerativer Energien,
- „ Erstellen von Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Aufzeigen von Finanzierungsmöglichkeiten,
- „ Erarbeitung von Fort- und Weiterbildungsangeboten in Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Verbänden sowie
- „ Öffentlichkeitsarbeit in diesen Bereichen.

Am 15.11.1995 habe ich die so von der Politik vordefinierte Stelle als Umweltingenieur mit den Spezialgebieten regionale Energieplanung und Solartechnik angetreten. Zur technischen Ausstattung der Energieleitstelle gehörte ein PC, der für die Energiemanagementsoftware „Akropolis“ vorbereitet war und im Umweltamt stand.

Mitte 1996 wurde die Energieleitstelle per Landratsentscheidung vom Umweltamt ins Bauamt neben der Hochbauabteilung als Abteilung „Energie- und Ortsplanung“ angesiedelt. Kurze Zeit später wurde auch die Technikerstelle durch einen ehemaligen Umweltsamtsmitarbeiter, der ins Bauamt versetzt wurde, ausgefüllt, so dass die Energieleitstelle Mitte 1996 die Arbeit wie geplant aufnehmen konnte.

2. Arbeitskonzept und Grundlagendefinitionen der Energieleitstelle

Die vormalige Ausrichtung mit Schwerpunkt auf Klimaschutzkampagnen unter Umweltsamtsleitung wich im Bauamt mehr und mehr konkreten Einsparprojekten an Kreisliegenschaften. Hier wurde als vordringlichste Aufgabe des obigen Zielkatalogs die Erstellung eines ersten Energieberichts mit Bestandsaufnahme und Handlungskonzept als Grundlage für eine weitere Zieldefinition gesehen, da wir im Bauamt im Hinblick auf Energiemanagement vor folgenden Problemfeldern standen:

- „ kein Überblick über Energie- und Wasserkosten im Gebäudepark der Kreisverwaltung,
- „ damit keine Bewertungsmöglichkeit des energetischen Zustands der Gebäude, z.B. nach Energiekennzahlen, möglich,
- „ durchgängig Sanierungsstau,
- „ kein langfristiges Sanierungskonzept,
- „ Aufgaben zur Gebäudebewirtschaftung sind auf viele, über Ämter hinweg getrennte Abteilungen verteilt.

Die Theorie in den Energiemanagement-Handbüchern und -leitfäden kennt hierfür einfache Lösungen, die in den folgenden Grundlagendefinitionen zusammengefasst werden.

Grundlage 1:

Energiemanagement koordiniert und integriert neue und alte Aufgaben der Gebäudebewirtschaftung und -unterhaltung sowie neue Techniken zur Energieeinsparung, die bislang zum großen Teil voneinander unabhängig waren, zu einer einheitlichen Strategie¹.

Wäre die Energieleitstelle eine Stabsstelle, wäre eine problemlose Zusammenarbeit vorstellbar, aber als „Bauamtsabteilung“ ohne weiteren konkreten politischen Beschluss oder verwaltungsinterne Anweisung ist eine Zusammenarbeit in der Praxis zumindest problembehaftet.

Auch das Ziel von Energiemanagement-Aktivitäten musste klar definiert werden, da sich alle beteiligten Ämter fragten, wozu neue (Management-)Techniken notwendig sind. „Wir haben schon immer gespart und außerdem gibt bzw. gab es die Energieberatungszentren unserer Energieexperten von der Schlesweg“, war die verbreitete Meinung!

Grundlage 2:

Eine möglichst effiziente Energiedienstleistung (EDL) steht im Mittelpunkt jeder Energiemanagement-Maßnahme: also das effizient beleuchtete und beheizte Büro/Klassenzimmer und nicht der große Heizkörper oder die große Lampe.

Dieses Ziel unterscheidet sich kolossal von denen eines konventionellen Heizungsbauers oder auch einiger Hausmeister: Beide möchten eine möglichst große Heizungsanlage, die mit Sicherheit auch am kältesten jemals möglichen Wintertag die schlecht gedämmten Räume mit großem Öltank, großem Brenner, großem Kessel und eben auch großen Pumpen mollig warm macht. Denn nur so sind mit Sicherheit alle zufrieden!!!

Fakt ist, dass der Energiebeauftragte insbesondere in Verwaltungsgebäuden und Schulen immer wieder auf hoffnungslos überdimensionierte uneffiziente Energieanlagen trifft. Dass die Lehrbuchweisheit der einheitlichen Strategie (siehe oben) in der Verwaltung

¹ Nach: *Markus Duscha und Hans Hertle (Hrsg.), Energiemanagement für öffentliche Gebäude, Heidelberg 1996.*

nicht unbedingt an der Tagesordnung ist, impliziert folgende weitere Erkenntnis der Fachliteratur:

Grundlage 3:

Alleine mit organisatorischen Maßnahmen können zehn bis zwanzig Prozent Einsparpotenzial erreicht werden. Sie ebnen den Weg für sinnvolle weitere investive Energiesparmaßnahmen.

Eine weitere wichtige Lehrbuchweisheit ist jedoch die Art der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als unbedingte Voraussetzung aller Energiemanagementaktivitäten.

Grundlage 4:

Nur die tatsächlich durch Effizienzverbesserungen entstehenden Mehrkosten dürfen gegen die Energiekosteneinsparungen aufgerechnet werden. Investitionen für erforderliche Sanierungen und Komfortanhebungen müssen von denen für die energetische Effizienzsteigerung getrennt werden.

Also: Tatsächliche Investitionskosten der Sanierungsmaßnahme minus „ohnehin Erhaltungsinvestition“ minus „Komfortanhebung“ minus „Wertsteigerung“.

Problem: Wie sieht diese Rechnung in der Praxis aus?

Da insbesondere Komfortanhebung und Wertsteigerung in der Praxis kaum exakt quantifizierbar sind, haben wir uns mit der Kämmerei in erster Näherung auf eine statische Amortisationsrechnung geeinigt. Das bedeutet Investition minus Fördermittel minus Erhaltungsinvestition (nur für gegebenenfalls defekte Anlagenteile) minus vermiedene Wartung. Dieses in den ersten Energieberichten² aufgezeigte Vorgehen (Grundlagen 1 bis 4) wurde vom Ausschuss zustimmend zur Kenntnis genommen. Um eine sinnvolle Tätigkeit bzw. Handlungsfähigkeit der Energieleitstelle zu gewährleisten, muss der weiterhin für die Energieleitstelle zuständige Umweltausschuss folgendes Procedere beschließen:

Grundlagenbeschluss zur Handlungsfähigkeit der Energieleitstelle:

Die im jeweiligen Energiebericht dokumentierten Kosteneinsparungen der jeweiligen Heizperiode müssen vom Fachausschuss festgestellt werden.

Damit ferner ein finanzieller Handlungsrahmen der Energieleitstelle realisiert werden kann, wurde ferner beschlossen, „... dass die zusätzlich erzielten Energiekosteneinsparungen, die im Verwaltungshaushalt frei werden, über den jeweiligen Nachtragshaushalt in die Haushaltsstelle des Vermögenshaushaltes mit dem Titel „Energetische Sanierung von kreiseigenen Gebäuden“ eingestellt werden, um weitere Energiesparmaßnahmen finanzieren zu können“.

² Energiebericht im Internet unter <http://www.kreis-rendsburg-eckernfoerde.de>.

3. Praktische Umsetzung: Bestandsaufnahme und Projektentwicklung

Grundlage für die Arbeit der Energieleitstelle im Kreisbauamt und des strukturierten Energiemanagements ist eine belastbare Datengrundlage. Wir entschieden uns aufgrund des Fehlens vieler notwendiger Planungsdaten zur Aufstellung eines Gebäudekatasters.

3.1 Arbeitsgrundlage Gebäudedatenblätter im Gebäudekataster

Als Arbeitsgrundlage für alle an der Gebäudebewirtschaftung beteiligten Abteilungen der Kreisverwaltung wurden Datenblätter für jedes Gebäude erarbeitet. Diese werden als Tabellenanlage zum Energiebericht jährlich aktualisiert und sollen allen zuständigen Abteilungen als Arbeitsgrundlage dienen.

Das Gebäudekataster hat folgenden Inhalt: An den Anfang wird eine Übersichtstabelle mit allen im Energiemanagement einbezogenen Gebäuden mit Kontaktadresse und Telefonnummer von Hausmeister/Service gestellt. Diese Tabelle ist sozusagen das „Telefonbuch“ für die tägliche Arbeit. Danach folgt für jedes Gebäude ein gesondertes Datenblatt (Gebäudedatenblatt) mit:

- „ Begehungsdatum, Adresse, Telefonnummern von Hausmeister und Servicefirmen,
- „ Übersichtsskizze oder Foto,
- „ Gebäudekenndaten: Bruttogeschossfläche (BGF), Energiekennzahl (EKZ) Wärme und Strom, Kurzbeschreibung Heizungsanlage und technische Gebäudeausrüstung,
- „ Bemerkungen und Auffälligkeiten (erste Einschätzung, offensichtliche Mängel, Probleme).

Aus dieser Datenaufnahme mit Auswertung und Grobanalyse folgt als letzter Abschnitt des Datenblatts eine Tabelle mit energetisch sinnvollen Maßnahmen, deren Investitionsbedarf und dem Energiekosteneinsparpotenzial. Um Einfachheit und Übersichtlichkeit zu gewährleisten, ist dieses Gebäudedatenblatt auf eine DIN-A4-Seite beschränkt. Auf der Rückseite des Gebäudedatenblatts werden fortlaufend der Energie- und Wasserverbrauch der letzten Jahre grafisch dargestellt, damit man Trends schnell erkennen kann.

Die Datenaufnahme gestaltete sich zeitaufwendig und problematisch, da Bestandspläne der Gebäude teilweise nicht vorhanden waren bzw. nicht mit dem realen Ausbau der Gebäude zusammenpassten. Insgesamt wurden zur Erstellung eines ersten Gebäudekatasters mit allen von der Kreisverwaltung bewirtschafteten Gebäuden etwa 1,5 Jahre intensiver Rechercharbeit benötigt.

Diese Gebäudedatenblätter wurden im ersten Energiebericht zusammengefasst. Anhand der Darstellung des absoluten Verbrauchs und der Kosten konnten insbesondere die Berufs- und Sonderschulen als lohnende Handlungsfelder erkannt werden.

Neben einem ersten Überblick über das absolute Verbrauchsgeschehen wurden folgende Kennzahlen für jede Liegenschaft herausgearbeitet:

- „ Bruttostrompreis in DM/kWh,

- „ Energiekennzahl Wärme in kWh/m² BGF,
- „ Energiekennzahl Strom in kWh/m² BGF.

Mit diesen Zahlen konnte eine erste Grobanalyse unternommen werden. Der Vergleich des absoluten und spezifischen Verbrauchs und der Kosten zeigte große Einsparpotenziale im Strombereich.

Mit diesen Maßnahmenvorschlägen ist die Energieleitstelle an die verschiedenen Abteilungen der Gebäudebewirtschaftung in der Kreisverwaltung hergetreten, um sie abzustimmen und umzusetzen. Die jährlich aktualisierten Gebäudedatenblätter und die Kennzahlenübersichten sollten allen Beteiligten einen guten Überblick bieten und so positiv auf eine Zusammenarbeit – auch ohne Stabsstellencharakter – wirken.

Trotz mehrfacher Darstellung der Arbeitsweise der Energieleitstelle (Grundlagendefinitionen 1 bis 4) und des offenkundigen Vorteils einer effizienten gemeinsamen Umsetzung nach einer einheitlichen Strategie mit allen Abteilungen entwickelte sich eine schlagkräftige Zusammenarbeit zu Beginn sehr zögerlich (Gründe siehe Kapitel 4). Am schnellsten entwickelte sich eine fruchtbare Kooperation mit der Liegenschaftsabteilung, die für die Energielieferverträge bzw. für deren Bezahlung zuständig ist. Nach Austausch der Energierechnungen konnte die oben genannte Kennziffer „Bruttostrompreis pro kWh“ erstmals verglichen werden. Diese zeigte einige weit überhöhte Strompreise, z.B. 63 Pfennig pro kWh für eine große Schule. Durch die systematische Recherche nach den Gründen für die Ausreißer bei den Strom- und Wärmepreisen konnten die jährlichen Energierechnungen bereits zum Beginn der Tätigkeit der Energieleitstelle um mehr als 40.000 DM reduziert werden.

Die Tatsache, dass den 40.000 DM Einsparungen pro Jahr lediglich einige Telefonate, also keine Investitionen, zu Grunde lagen, erbrachte der Energieleitstelle erste Beachtung, die der folgenden Konzentration auf „richtige“ gleich CO₂-mindernde Energiesparmaßnahmen zuträglich war. Es wurde offenbar, dass der Schlüssel für eine bessere Beachtung und eben erfolgreiche Kooperation mit anderen Abteilungen der Kreisverwaltung in der Durchführung erfolgreicher Projekte mit entsprechender Öffentlichkeitsarbeit liegt.

3.2 Projektentwicklung: erste Beleuchtungssanierung an einer Berufsschule

Es musste also ein erfolgversprechendes Projekt her, das auch in den Medien gut darstellbar ist. Aufgrund der oben erwähnten beachtlichen mittleren Strompreise kam als erste investive Energiesparmaßnahme fast zwangsläufig eine Beleuchtungssanierung in Frage. Ein geeignetes Objekt war auch schnell gefunden. Folgende Gründe führten zu der ersten „energetischen Sanierungsmaßnahme“, nämlich der Beleuchtungssanierung:

- „ über 22 Jahre alte Beleuchtungsanlage in schlechtem Zustand,
- „ große Anzahl defekter Leuchten, Ersatzteilbeschaffung teilweise unmöglich,
- „ fast ausschließlich gleichförmige Leuchtentypen in der gesamten Schule.

Ausschlaggebend war aber die Tatsache, dass der Hausanschlusstransformator völlig überlastet war und dringend für rund 100.000 DM erneuert werden musste. Da es sich

um eine Berufsschule mit vielen Motorentestständen, Lüftungsanlagen und Schweißarbeitsplätzen handelte, bestand hier dringender Handlungsbedarf. Hier setzte nun die Argumentation der Energieleitstelle an.

Statt in eine Stromverbrauchserweiterung zu investieren, die entsprechenden ständigen Mehrverbrauch provoziert, sollte sinnvoller in Effizienztechnologie investiert werden.

Durch folgende Vorarbeiten konnte ein Erfolg der Maßnahme sichergestellt werden:

Es wurden alle Beleuchtungskörper raumweise aufgenommen und auch die Beschaltung erfasst:

- ⇒ Ein ausgeklügelter Logistikplan ermöglichte den Tausch von knapp 1.600 Leuchten innerhalb zweiwöchiger Herbstferien, und es konnte eine zweistufige Schaltungsverbesserung eingeplant werden.

Mittels Simulationsprogramm konnte die notwendige Beleuchtungsstärke ermittelt werden:

- ⇒ Statt alter Systemleistung pro zweiflammiger Leuchte von etwa 145 Watt konnte auf eine einflammige T5-Leuchte mit nur 53 Watt Systemleistung reduziert werden.

Die Gesamtleistung der Beleuchtungsanlage wurde so von rund 211 kW auf knapp 80 kW reduziert. Dadurch reduziert sich der Leistungspreis von knapp 30.000 DM auf 10.000 DM. Folgende Gesamtreduzierungen ergeben sich rechnerisch durch die Beleuchtungsanierung:

Stromeinsparung:	259.018 kWh
Stromkosteneinsparung:	52.909 DM
CO ₂ -Einsparung:	165 Tonnen

Nach Abzug der Förderung der Stromsparmaßnahme in Höhe von 25 Prozent wurden insgesamt 184.545 DM investiert. Bereits bei dieser Betrachtung ergibt sich eine kurze Amortisationszeit von 3,5 Jahren. Zieht man die vermiedenen Investitionen in Höhe von rund 100.000 DM bei der Betrachtung hinzu, ergibt sich eine Amortisationszeit von gut einem Jahr.

Gegenüber der alten Beleuchtungsanlage ist die neue mit folgenden Zusätzen zur weiteren Energieeinsparung ausgestattet:

- „ bedarfsgerechtere Zwei-Stufenschaltung (50 bzw. 100 Prozent),
- „ Fensterlichtbänder dimmen automatisch bei einfallendem Licht herunter,
- „ Hausmeister kann zentral abschalten.

Nach Grundlagendefinition 4 müssten diese Verbesserungen in DM umgerechnet und von den energetischen Investitionskosten abgerechnet werden!

Mit diesem Projekt konnte der Sinn einer Energieleitstelle als Profitcenter für Kreishaushalt und Umwelt eindrucksvoll bewiesen werden. In den Zeitungen wurde ausnahmslos positiv von dem „Vorbildprojekt“ berichtet, und alle mit Energie befassten Dienststellen

der Kreisverwaltung würdigten die Energieleitstelle entsprechend bzw. überprüften die in der Zeitung bzw. dem Energiebericht veröffentlichten Einsparzahlen in den Folgejahren.

Statt der errechneten Einsparung in Höhe von 52.000 DM ergaben sich in der Realität im ersten Betriebsjahr nur Einsparungen in Höhe von 45.000 DM. Die tatsächlich geringere Einsparung resultierte aus der Neueinrichtung eines Kiosks mit Koch- und Gefriergeräten, der Mehrausstattung mit PCs und nicht unerheblich durch den nun wieder zeitgleich möglichen Betrieb mehrerer großer Stromverbraucher wie Schweißplätze und Abluftanlagen. Nach anfänglich großer Skepsis sowohl mit Blick auf die Technik als auch das Procedere waren endlich alle mit dem Projekt zufrieden. Selbst die Stadtwerke, die die Leistungsaufnahme vor und nach der ersten „energetischen Sanierung“ nachprüften, waren vom Sinn überzeugt.

Die Schule baute sogar ein Modell mit alten und neuen Leuchten, um diese sinnvolle Effizienztechnologie auch in die Ausbildung junger Elektriker einzufügen. Ferner folgten einige Kreisgemeinden dem „Vorbildprojekt“ und führten Beleuchtungssanierungen nach gleichem Muster durch. Dieser „Zuwachs an Standing und Überzeugungskraft der Energieleitstelle“ erleichterte deutlich die zwischenzeitliche Umsetzung von zwei Kraftwärmekopplungsprojekten durch Contracting mit den jeweiligen Stadtwerken. Beim Vorbildprojekt „Blockheizkraftwerk für das Kreishaus“ konnten durch Umrüstung der kompletten Wärmeverteilung beim BHKW-Einbau durch effiziente Pumpen etwa 30 kW elektrische Leistung eingespart werden. Durch die Kostenreduzierung beim Strom und durch vermiedene Wartungskosten der alten Wärmepumpenanlage wurden jährliche Einsparungen in Höhe von 43.000 DM erzielt, ohne dass investiert werden musste.

3.3 Projektweiterentwicklung: Einzelraumregelung Licht und Wärme

In der Folge wurde das Vorgehen zur ersten Beleuchtungssanierung weiterentwickelt. Insbesondere bestand die Frage, wie man eine sinnvolle und bezahlbare Beleuchtungssteuerung über eine – auf Schulbedürfnisse abgestimmte – Gebäudeleittechnik realisieren konnte. Nach intensiver Recherche kristallisierte sich ein Einzelraum-Regelungssystem (ERR) als optimale Lösung für eine einzelraumweise Lichtschaltung und Heizungsregelung heraus. Mit diesem einfachen Regelungssystem konnten in verschiedenen Schulen mit etwa 40 Prozent Heizenergie und 35 Prozent Strom nachweislich hohe Einsparungen erzielt werden. Da bei der Beleuchtungssanierung ohnehin Leitungen in Wände und Decken verlegt werden mussten, hielt sich der Mehraufwand bei der Regelungsoptimierung von Strom und Wärme durch eine Gebäudeleittechnik zur Einzelraumregelung in Grenzen. Die Entscheidung für den Einbau des Systems beruhte auf folgenden Vorteilen:

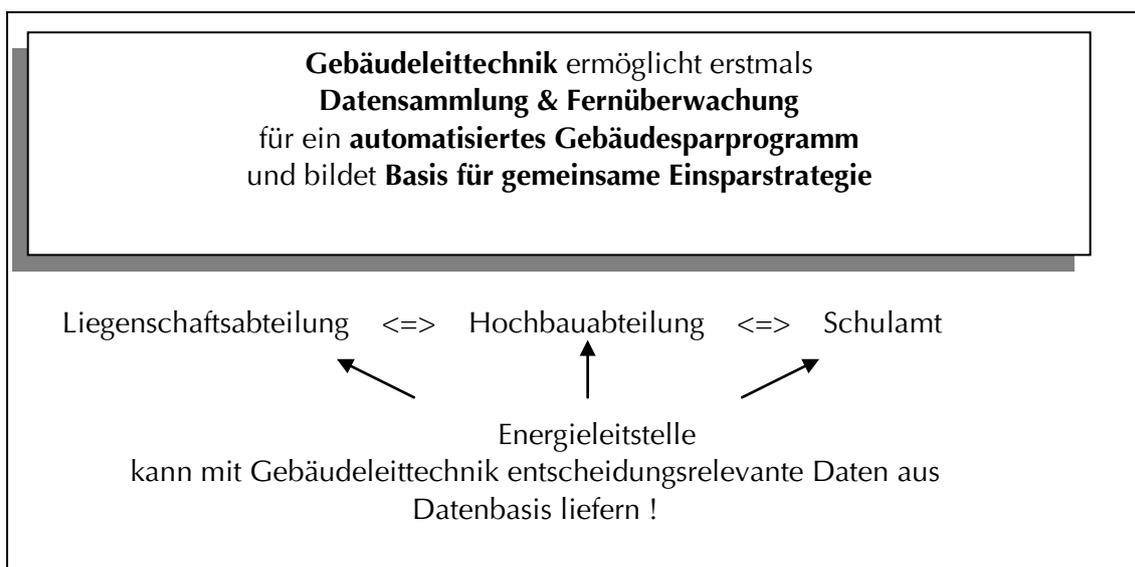
Gebäudeleittechnik

- „ spart durch bedarfsgerechte Regelungsoptimierung von Anfang an Strom und Wärme,
- „ schafft Transparenz rund um den energetischen Gebäudezustand,
- „ vereinfacht die Regelungsaufgaben vor Ort erheblich (Heizungs- und Lichtsteuerung automatisiert entsprechend „Vertretungsstundenplan“, Hausmeister schaltet per Mausclick nur noch in Ausnahmefällen),

- „ vereinfacht Fehlerkontrolle und Wartung der Heizungsanlagen erheblich (Hydraulik-abgleich!),
- „ ermöglicht Synergieeffekte durch Fernüberwachung von der Energieleitstelle aus (gemeinsame Einsparstrategie mit Hausmeistern, z.B. Wärmelaststeuerung Gymnasium Altenholz),
- „ liefert der Schulleitung Nutzungsdaten von vermieteten Klassenräumen bzw. Sport-hallen,
- „ liefert Planungsdaten für eine integrative Schulsanierungsstrategie im Rahmen des Landesschulbauprogramms.

Neben den direkten Einspareffekten und dem günstigen Preis (etwa 1.500 DM pro Klas-senraum inklusive Beleuchtungssanierung) lag der Grund zur Entscheidung für das Einzel-raumregelungssystem in der Ausbaufähigkeit und umfangreichen Diagnosefunktion. Da-her wird die Gebäudeleittechnik in den größeren Kreisschulen mit Fernüberwachung von der Energieleitstelle aus weiterentwickelt. Neben direkt nach Einbau nutzbaren Einspar-potenzialen werden durch die automatische Datenaufzeichnung umfangreiche Ener-giedatenpools zu den überwachten Kreisliegenschaften erstellt. In 10-Minuten-Intervallen werden alle relevanten Gebäudeenergiedaten wie Raumnutzung, Licht- und Wärmedaten jedes einzelnen Raumes sowie die Heizungs- und Pumpenparameter in Abhängigkeit von der Außentemperatur aufgezeichnet. Damit kann nicht nur ein optimales Gebäudeener-giesparprogramm von Hausmeister und Energieleitstelle „gefahren“ werden. Es werden auch erstmals Daten erfasst, die sowohl die Regelungstechnik als auch die Gebäudehülle charakterisieren. Somit wird eine solide Datenbasis geschaffen, um ein ganzheitliches Gebäudesanierungskonzept in Abstimmung mit der Hochbauabteilung, der Liegen-schaftsabteilung und dem Schulamt im Rahmen des Landesschulbauprogramms zu reali-sieren.

Abbildung 1: Auswirkungen der Einführung von Gebäudeleittechnik*



*Quelle: Darstellung Markus Noldin.

Der Schlüssel für die Realisierung weiterhin hoher Einsparungen liegt in einer intensiven Zusammenarbeit aller beteiligten Abteilungen. Im Ergebnis unterstützen die ersten erfolgreichen Stromsparmaßnahmen und die aktuelle Einführung einer Gebäudeleittechnik die Zusammenarbeit mit den Hausmeistern und auch mit den oben genannten Abteilungen bislang erheblich, weil es für die einen eine Arbeitserleichterung darstellt (Steuerung und Kontrolle per Mausklick statt mühsames Hin- und Herlaufen) und für die anderen Daten als Entscheidungsgrundlage liefert.

Beispiel:

So war lange bekannt, dass die Reinigung im Gymnasium Altenholz in den Nachtstunden zwischen drei und sechs Uhr morgens erfolgt und dass in diesem Zeitraum das Gebäude komplett beleuchtet ist. Erst durch Aufzeichnung und grafische Darstellung der Lichtstatistik konnte gezeigt werden, dass drei Reinigungskräfte nachts annähernd soviel Strom verbrauchen wie 2.000 Schüler tagsüber. Durch Ausmessen der Flächen unterhalb der Verbrauchssäulen in der Verbrauchsgrafik konnte einfach der Strommehrverbrauch und damit die erhöhten Stromkosten von etwa 13.600 DM pro Jahr berechnet werden. Aufgeschreckt durch diese erheblichen und eigentlich auch unnötigen Kosten wird jetzt auch nach organisatorischen Maßnahmen zur Vermeidung der Nacharbeit gesucht.

4. Problematik der verwaltungstechnischen Eingliederung der Energieleitstelle

Die Energieleitstelle muss ihre Arbeitsergebnisse im zuständigen Fachausschuss, dem Umweltausschuss, mindestens einmal jährlich darstellen. Dieser beschließt die berechneten Einsparungen der letzten Heizperiode, damit diese Mittel der Haushaltsstelle für „zusätzliche energetische Sanierungsmaßnahmen an Kreisliegenschaften“ gutgeschrieben werden können. Laut Verwaltung funktioniert die Reinvestition der Energiekosteneinsparungen in weitere Energiesparmaßnahmen nicht.

Für die anderen am Energiemanagement beteiligten Abteilungen sind aber der Bauausschuss, der Schulausschuss oder gar der Hauptausschuss zuständig. So kam und kommt es zu einzelnen unabgestimmten Sanierungsmaßnahmen, die im Bauausschuss beschlossen bzw. wegen knapper Mittel verworfen werden. Aus dem allgemeinen Sparzwang heraus kann man hier nur „Flickschusterei“ betreiben oder es können von der EDV-Abteilung nur Computer ohne Energiesparfunktion bzw. sinnvolle Standby-Funktion angeschafft werden.

Dies ist keine einheitliche Strategie!

Aus diesen Beispielen wird deutlich, dass Energiesparen nicht nur Sache der Energieleitstelle sein kann.

Durch die konsequente Öffentlichkeitsarbeit wurde die Energieleitstelle viel beachtet, so dass eher zufällig ämterübergreifende Projektansätze zustande kamen. Für eine automatische bzw. geregelte Kooperation insbesondere im Hinblick auf die anstehenden Schulsanierungsprojekte reicht dies jedoch nicht. Das lag weniger an den jeweiligen Mitarbeitern der Fachabteilungen, die die Arbeit der Energieleitstelle – sobald bekannt – immer unterstützen. Eher bremste die allgemeine Unkenntnis über die konkrete Tätigkeit der Energie-

leitstelle, dass dauerhaft hohe Einsparungen nur durch eine intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit möglich sind. Die Zuständigkeitsverteilung vieler verschiedener Abteilungen mit Gebäudebewirtschaftungsaufgaben behindert so weiterhin das Vorgehen im Rahmen einer einheitlichen Strategie.

Ausschlaggebend für die mangelnde Information und Zusammenarbeit ist wohl die Tatsache, dass die Energieleitstelle lediglich dem Fachausschuss Umwelt zugehörig ist. Die für die Arbeit der Energieleitstelle an einer einheitlichen Strategie ebenso wichtigen Ausschüsse wie Schulausschuss und Bauausschuss und allen voran Finanzausschuss/Hauptausschuss blieben der Energieleitstelle bislang vorenthalten.

5. Optimierungsthesen

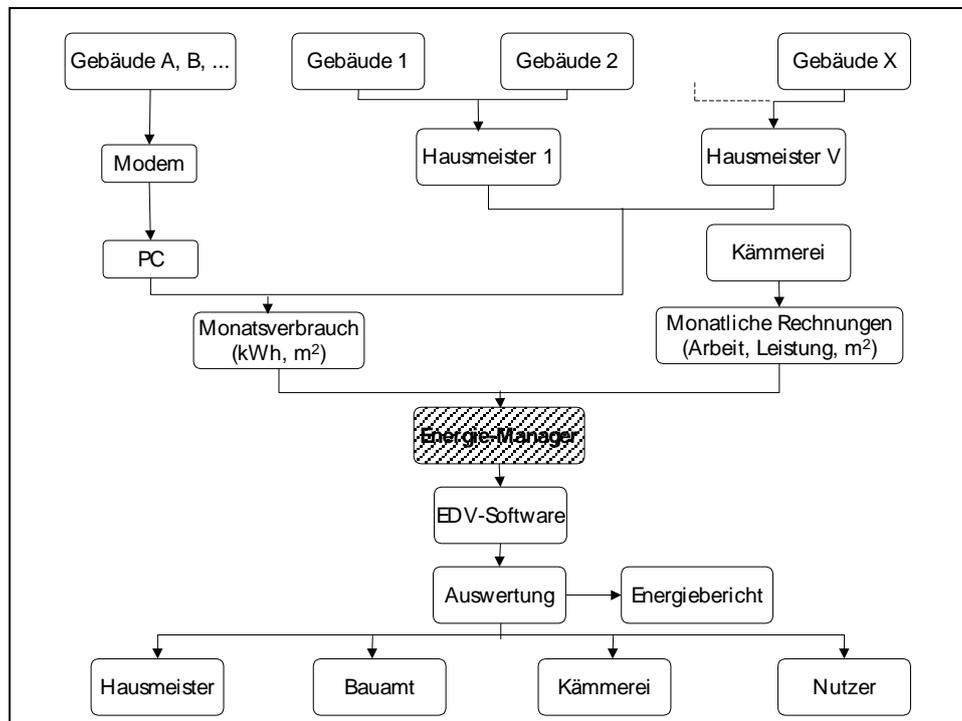
- „ Wenn eine Ansiedelung des Energiebeauftragten als Stabsstelle nicht möglich ist, sollte er möglichst nahe an den Ort des Geschehens, nach meinen Erfahrungen also im Aufgabenbereich des Hochbaus, angesiedelt werden.
- „ Energiemanagement muss als einheitliche Strategie in die Gesamtstrategie der Verwaltung integriert werden, da es über Ämter hinweg nicht automatisch zur notwendigen Akzeptanz und Unterstützung kommt. Die jährliche Präsentation des Energieberichts vor dem Fachausschuss und die bloße Verteilung an beteiligte Abteilungen sowie die Veröffentlichung im Internet und eine aktive Öffentlichkeitsarbeit reichen für eine methodische Zusammenarbeit aller Beteiligten nicht aus.
- „ Für ein weiterhin erfolgreiches ämterübergreifendes Energiemanagement muss der Informationsfluss methodisch verbessert werden. Optimale Ergebnisse beim umweltbewussten Gebäudemanagement basieren im Kern auf einem eingespielten Informationsfluss. Das in Abbildung 2 dargestellte Ablaufschema für einen erfolgreichen Informationsfluss vom und zum Energiemanager wird von der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg empfohlen.

6. Schlussbetrachtung

Mit Hilfe von relativ einfachen und sich schnell amortisierenden Stromsparmaßnahmen (z.B. Beleuchtungsanierung) kann ein Problembewusstsein geschaffen und damit eine notwendige Akzeptanz und Unterstützung des Energiebeauftragten innerhalb der Verwaltung geschaffen werden. Werden diese Stromsparmaßnahmen weiterentwickelt und mit einer Gebäudeleittechnik zur Regelung von Strom und Wärme kombiniert, können auch Wärmeschutzmaßnahmen mit längeren Amortisationszeiten angegangen, zumindest aber mit belastbaren Planungsdaten im Rahmen einer einheitlichen Sanierungsstrategie leichter aufgenommen werden.

Einen einzigen „goldenen Weg“ für die erfolgreiche Energiemanagement-Strategie wird es wohl kaum geben. Eher realistisch sind fallbezogene gute Lösungen. Daher soll die Problematik der optimalen Energiemanagement-Strategie und der verwaltungstechnischen Umsetzung von Energiemanagement mit allen Workshopteilnehmern diskutiert und gemeinsam Lösungsvorschläge erarbeitet werden.

Abbildung 2: Notwendiger Informationsfluss für ein erfolgreiches Energiemanagement*



*Quelle: Darstellung Markus Noldin nach: Informationsfluß von Energieverbrauchsdaten innerhalb einer kommunalen Verwaltung, in: Energie-Management kommunaler Liegenschaften. Ein Leitfaden für Städte und Gemeinden, hrsg. vom Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2. Aufl. Stuttgart 1999, S. 44.

Michael Nawroth

Contracting zur Heizungssanierung – (k)ein Zauberwort

1. Einleitung

Contracting als Modell zur Effizienzsteigerung und Energieeinsparung durch Erneuerung der Heizungsanlagen mit Hilfe externer Finanzmittel wird gerade auch im kommunalen Bereich immer häufiger als Allheilmittel (insbesondere von Seiten der politischen Vertreter) angesehen. Die Verantwortlichen in den Kommunen sind dabei oft gezwungen, ohne ausreichende Hintergrundinformationen und Einschätzung der Erfolgsaussichten zu handeln. Weniger Problembewusstsein anhand von betrieblichen Praxiserfahrungen als vielmehr vollmundige Versprechungen und einseitige Erfolgsdarstellungen der Contracting-Anbieter prägen die Entscheidungsfindung.

Angesichts dieser Situation sollen im Folgenden anhand konkreter Erfahrungen auch die Schattenseiten eines Contracting-Vorhabens dargestellt werden und in der Diskussion um das Für und Wider von Contracting als Instrument zur Heizungssanierung zusätzliche Entscheidungshilfen angeboten werden.

2. Kategorien des Contracting

Grundsätzlich lassen sich die zwei Kategorien „Anlagen-Contracting“ und „Energieeinspar-Contracting“ unterscheiden.

- „ Anlagen-Contracting,
 - „ Planung, Bau, Betrieb und Finanzierung der Anlage durch Contractor,
 - „ Verkauf der erzeugten Nutzenergie (Wärme Kälte, Strom) an Contracting-Nehmer (Lieferungsvertrag),
- „ Energieeinspar- oder Performance-Contracting,
 - „ Planung, Bau, Betrieb und Finanzierung von Energieeinspar-Maßnahmen durch den Contractor,
 - „ Refinanzierung der Maßnahmen durch erzielte Einsparung (Einspargantievertrag).

Das Anlagen-Contracting geht davon aus, dass alle oder wenigstens der wesentliche Teil der zur Sicherstellung der Energieversorgung notwendigen Leistungen aus dem Aufgabenbereich des Auftraggebers herausgenommen und dem Contracting-Dienstleister übertragen werden. Dieser übernimmt in unternehmerischer Verantwortung Planung, Bau und Betrieb der Heizungsanlage und verkauft das Produkt „Wärme“ (oder Strom, Kälte) zu einem auskömmlichen Preis im Rahmen eines Liefervertrags an den Contracting-Nehmer.

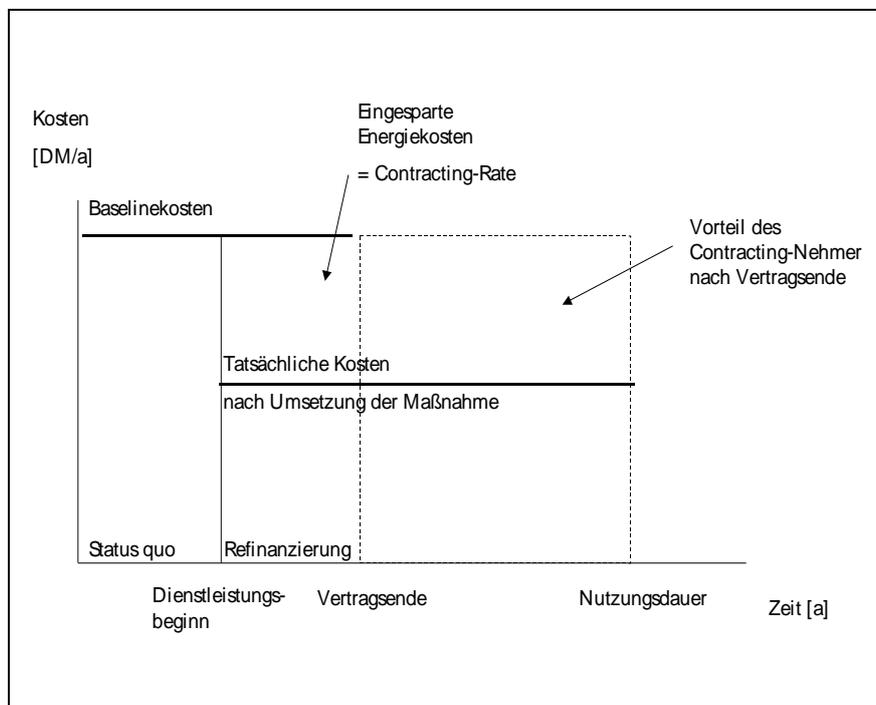
Im Gegensatz dazu steht beim Energieeinspar-Contracting (oder Performance-Contracting) nicht die Energielieferung im Mittelpunkt, sondern die bestmögliche Ausschöpfung wirtschaftlicher Energieeinspar-Potenziale, das heißt, über die Einsparungen von Energie- und Betriebskosten sollen die Maßnahmen der Betriebsoptimierung finanziert werden. Der Betrag der zu erzielenden Einsparungen wird in Form einer Einspargarantie vertraglich festgelegt. Die wesentliche Voraussetzung für das Energieeinspar-Contracting liegt in

einem wirtschaftlich erschließbaren Einsparpotenzial, welches in einer mehrstufigen Untersuchung (Grob- und Feinanalyse) festgestellt werden muss. Grundgedanke ist hier, dass sich die Maßnahmen durch eingesparte Kosten finanzieren lassen müssen. Bereits dieses erfordert eine sorgfältige Abwägung des Umfangs der notwendigen Maßnahmen, da bei vielen Sanierungsfällen in der Regel das Investitionserfordernis das erreichbare Einsparpotenzial übersteigt.

3. Gestaltungsmöglichkeiten des Energieeinspar-Contracting

Das Energieeinspar-Contracting kennt üblicherweise zwei Vertragsgestaltungen. Abhängig von der Höhe der Einsparungen und der Vertragslaufzeit spricht man vom „Beteiligungsmodell“ bzw. vom „Laufzeit-Modell“.

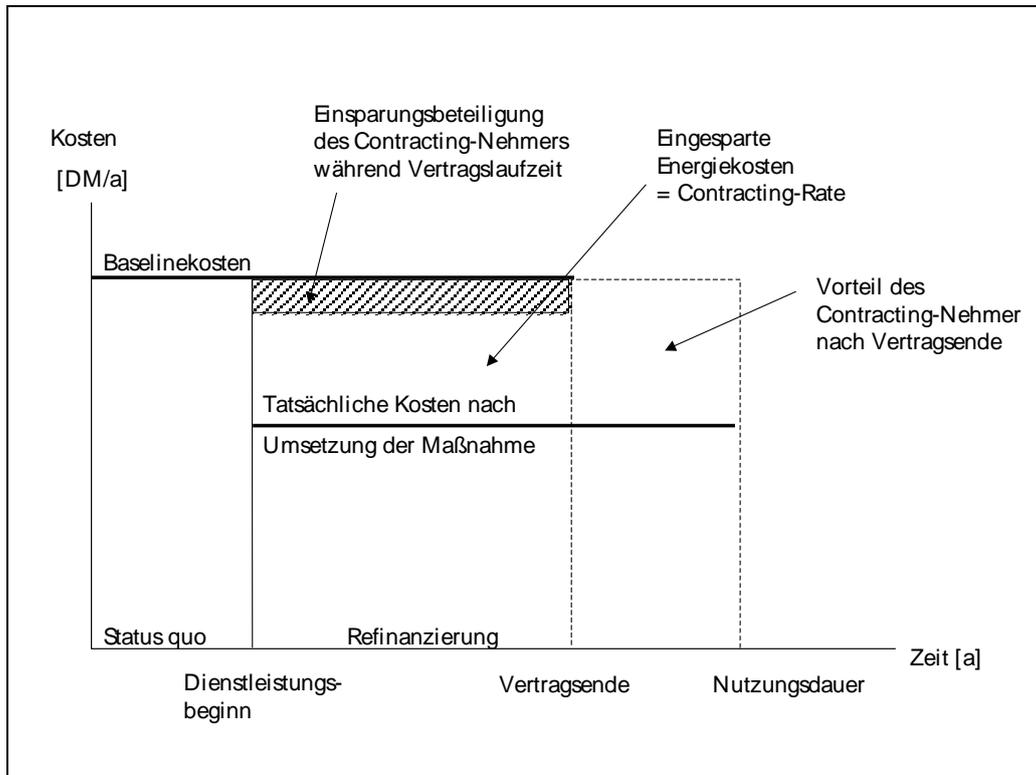
Abbildung 1: Beteiligungsmodell*



*Quelle: Darstellung Michael Nawroth.

Dem Wunsch nach direkter Kostenentlastung kommt das „Beteiligungsmodell“ nach, bei dem ein Teil der erwirtschafteten Einsparung von Vertragsbeginn an dem Contracting-Nehmer zugeführt wird. Für dieses Modell müssen die erzielbaren Einsparungen recht hoch sein, um noch zu interessanten Laufzeiten zu kommen. Beim „Laufzeit-Modell“ hingegen werden die eingesparten Energiekosten in voller Höhe als Contracting-Rate zur Refinanzierung der Maßnahmen herangezogen, wodurch kürzere Laufzeiten vereinbart werden können.

Abbildung 2: Laufzeit-Modell*



*Quelle: Darstellung Michael Nawroth.

4. Contracting in der Stadt Köln

Was veranlasste nun die Stadt Köln, in der Bewirtschaftung ihres Gebäudebestand von einem Contracting-Angebot Gebrauch zu machen? Einerseits bestand (und besteht) auch bei der Stadt Köln das Problem knapper Finanzmittel, wodurch gerade im kommunalen Bereich notwendige und sinnvolle Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzverbesserung in der Vergangenheit erschwert bzw. verzögert, wenn nicht gar verhindert wurden.

In Jahren 1996/97 beliefen sich die Energiekosten der städtischen Gebäude auf über 60 Millionen DM im Jahr, davon entfielen allein auf den Schulbereich 27 Millionen DM. Zusammen mit der Erkenntnis, dass in vielen dieser Schulen veraltete, unmoderne und ineffiziente Erzeugungsanlagen vorhanden sind, wurde hinter diesen Zahlen ein erhebliches Sparpotenzial vermutet, das nur mit hohem Investitionsaufwand zu erschließen ist. Auf der anderen Seite nahm das Interesse von externen Unternehmen zu, an diesem Markt teilzuhaben, was leicht vorstellbar ist, betrachtet man z.B. das Segment der Hersteller von Steuerungs- und Regelungstechnik, deren Absatzmärkte unmittelbar von diesen Investitionserfordernissen profitieren können.

Im Zusammentreffen mit einer Phase der Umorientierung und Neuformierung in der Gebäudebewirtschaftung der Stadt Köln (Gründung der eigenbetriebsähnlichen Einrichtung „Gebäudewirtschaft der Stadt Köln“) und verknüpft mit einer hohen Zielerwartung hinsichtlich einer effizienten, wertschöpfenden Bewirtschaftung der städtischen Gebäude fiel

die Entscheidung, das Modell des Contracting auf seine Tauglichkeit zu prüfen. Es sollten in erster Linie Erfahrungen und Know-how des Contractors gesammelt und die Grenzen für Contracting ausgelotet werden. Als Gesamtziel war und ist beabsichtigt, zukünftig die Vorteile in eigenen, internen Projektdurchführungen („Intracting“ statt Contracting) anzuwenden.

Für das erste Contracting-Vorhaben wurden in gemeinsamer Abstimmung mit dem Schulverwaltungsamt eine Auswahl von Schulen festgelegt, bei denen Versorgungsmängel, hohe Verbrauchskennzahlen sowie Erneuerungsbedarfe bekannt waren.

Nach Durchführung eines Wettbewerbs zum Energieeinspar-Contracting für diesen Gebäudepool aus zehn Schulen wurde nach zwei Untersuchungsschritten (Grobanalyse und Feinanalyse) ein Contracting-Vertrag mit einem Unternehmen aus der Regelungstechnikbranche abgeschlossen. Die Eckdaten des Vorhabens sind folgende:

„ Gesamtfläche der zehn Schulen:	90.000 m ²
„ Gesamtheizkosten der zehn Schulen (Basis):	744.000 DM
„ Investition für Energiesparmaßnahmen:	2 Mio. DM
„ Vertragslaufzeit (Laufzeitmodell):	10 Jahre
„ Refinanzierung der Kapitalkosten durch Einspar-Garantie:	235.000 DM/Jahr
„ Vertragsabschluss:	Mai 1998
„ Betriebsbeginn:	1.10.1998

Die durchgeführten Maßnahmen beschränken sich grundsätzlich auf Anlagen und Anlagenteile innerhalb der Wärmeerzeugungszentralen (Heizung, Lüftung). Maßnahmen in der Wärmeverteilung innerhalb der Gebäude wurden ebensowenig durchgeführt wie Verbesserungen an der Gebäudehülle. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag auf der Regelung und Steuerung, die zum Teil komplett erneuert, zum Teil teilerneuert (umgebaut) wurde. Die Wärmeerzeugung (Heizkessel) wurde in sechs Anlagen erneuert. In einem Objekt (Gesamtschule) wurde im Rahmen der Energieanalysen die Notwendigkeit der Erneuerung von Lüftungsanlagen (Dachzentralen) erkannt. Aus Kostengründen jedoch wurde die Entscheidung getroffen, diese außerhalb des Contracting zu erneuern, da andernfalls der verfügbare Finanzierungsrahmen aus den Einsparungen ein Energieeinspar-Contracting nicht mehr ermöglicht hätte.

Nach Inbetriebnahme und Garantieleistungsbeginn wurden gehäuft Betriebsstörungen offenbar, deren Bewältigung in vielen Fällen auf große Schwierigkeiten stieß. In der ersten Zeit waren unzureichende Raumtemperaturen in fast allen Objekten an der Tagesordnung. Geneigt, in allen Fällen den nun zuständigen Contracting-Betreiber heranzuziehen, wurde bald offensichtlich, dass die geteilte Zuständigkeit von Contractor (für die Wärmeerzeugung) und Gebäudebewirtschaftung (für z.B. Brennstoffzuführung, Wärmeverteilung u.a.) zur Aufrechterhaltung des Heizungsbetriebes dafür verantwortlich war, dass sich die gesamte Projektdurchführung übermäßig komplizierte. Für die Nutzer stellte sich die Strategie zur Problembewältigung als wenig effizient dar und führte sehr schnell zu Intoleranz gegenüber dem Gesamtvorhaben. Unterrichtsausfall und Schließung von Schulen wegen zum Teil anhaltend kalter Klassenräume waren die Folge und wurden sehr schnell auch von der örtlichen Presse aufgegriffen.

Tabelle 1: Durchgeführte Maßnahmen*

Objekte		Erneuerung									Umbau		
		Waermeerzeuger	Kesselkreisregelung	Verteilung	Regelkreise	Heizungspumpen	Pumpensteuerung	Armaturen	Regelung	Schaltschrank	Waermeerzeuger	Regelung	Schaltschrank
1	Sonderschule, Heizöl	G	G	T	G	G	G	T				G	G
2	Berufsschule, Heizöl	T	G			G	G	T				G	G
3	Gesamtschule, Erdgas	G	G	T	G	G	G	T	G	G			
4	Gymnasium, Erdgas	G	G		G			T				G	G
5	Hauptschule, Erdgas	G	G					T					
6	Grundschule, Erdgas											G	
7	Sonderschule, Erdgas	G				G	G	T	G				G
8	Sonderschule, Erdgas						G					G	G
9	Gymnasium, Fernwärme			T	T	T	T	T	G		T		G
10	Realschule, Fernwärme			T	G	G	G	T				G	G

G = gesamt T = teilweise

*Quelle: Michael Nawroth.

Mit zu dieser misslichen Situation beigetragen hat der frühzeitige Witterungseinbruch, der bereits Mitte August 1998 mit Außentemperaturen unter 15 Grad eine Beheizung zu einem Zeitpunkt erforderte, an dem die Baumaßnahmen in den Contracting-Objekten bei weitem noch nicht fertiggestellt waren. Alle Anstrengungen und auch die Einrichtung eines teilweisen Notheizbetriebs konnten nicht verhindern, dass bereits hier negativ-kritische Stimmen gegenüber dem gesamten Vorhaben laut wurden. Als weitere Probleme nach der Inbetriebnahme kamen im Projektverlauf hinzu:

- immer wieder auftretende Lufteinschlüsse im Leitungssystem (zum Teil in einzelnen Regelkreisen oder auch nur in bestimmten Räumen),
- Mängel in den hydraulischen Verhältnissen (optimierter Pumpendruck nicht ausreichend),
- funktionslose oder defekte Thermostatventil- oder Einzelraumregelungen (die in Planung als funktionierend galten),
- zum Teil vorhandene Anlagendimensionierung (von Rohrleitungen und Heizkörpern) entsprachen nicht den Regeln der Technik.

Bei der Suche nach Problemursachen und -lösungen machte die Gebäudewirtschaft in mehreren Fällen die Erfahrung, dass die mit der Zielsetzung von wirtschaftlicher Energie-

einsparung vom Contractor durchgeführten Optimierungsmaßnahmen und das verbliebene „Altsystem“ nicht mehr zufriedenstellend zusammenarbeitete. Dieses ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass bisher vorhandene überdimensionierte Anlagen- und Systemteile in der Lage waren, nicht (oder nicht mehr) den Regeln der Technik entsprechende Dimensionierung z.B. der Wärmeverteilungsinstallationen zu kompensieren. Bei Reduzierung von z.B. Pumpenleistung oder Vorlauftemperatur kann es auf diese Weise nach der Optimierungsmaßnahme zu Unterversorgungen kommen, die der Contractor im Rahmen seiner Analyse nicht immer vorhersehen kann. In einigen Fällen wurde es daher unvermeidlich, dass ein reibungsloser, energiesparender Contracting-Betrieb nur durch zusätzliche Maßnahmen ermöglicht werden konnte, die im Verantwortungs- und Zuständigkeitsbereich der Gebäudewirtschaft lagen. Es musste auch festgestellt werden, dass die Verantwortung für die Planung und die Durchführung der Maßnahmen in unterschiedlichen Händen lagen, so dass es auch hier zu Verständigungsschwierigkeiten kam. Darüber hinaus verursachte die bereits angesprochene geteilte Verantwortung und nicht immer eindeutig definierte Schnittstelle zwischen Contractor und Gebäudewirtschaft oft vermeidbaren Klärungsaufwand. Dieses führte zu einem hohen Zeitaufwand für die Lösung von Problemen.

In der Bilanzierung der bisherigen Erfahrungen dieses ersten Energieeinspar-Vorhabens bleibt festzuhalten, dass der finanzielle Aufwand nicht durch die Energieeinsparungen abgedeckt werden kann, da zusätzliche, nicht eingeplante Investitionen durch die Gebäudewirtschaft getätigt werden mussten. Darüber hinaus bleibt der Sanierungsstatus fragwürdig, da nur Teilbereiche der Heizungstechnik betroffen sind, während ebenfalls notwendige Bereiche wie Fenster, Fassade, Dach aus wirtschaftlichen Gründen aus dem Contracting ausgeklammert werden mussten. Die im Lauf des ersten Betriebsjahres erkannten Schwachstellen führten zudem zu der vorläufigen Aussetzung der Garantieleistung in vier von zehn Objekten. Hier sind weitere Eigenleistungen unabdingbar durchzuführen. Insgesamt steht mit diesen Feststellungen die Einhaltung und Ausgestaltung des bestehenden Vertrags unter einer nicht unerheblichen Belastung.

Neben dem bisher beschriebenen ersten Energieeinspar-(Performance-)Contracting wurden in der Zwischenzeit für weitere Schulprojekte (fünf Schulen) Contracting-Einzelverträge mit unterschiedlichen Vertragspartnern abgeschlossen. Diese allerdings in einer Mischform aus Einspar- und Anlagen-Contracting konzipierten Vorhaben sind in ihren bisherigen Ergebnissen durchaus erwartungsgerecht und haben im ersten Abrechnungsjahr 1999 die Einspar-Garantie sogar übertreffen können. Die Mehreinsparungen liegen bei diesen Projekten zwischen sechs und 16 Prozent.

Energiesparaktionen

Herbert Hofmuth

Projekt „Pro Klima – Contra CO₂“

Einsparpotenziale realisieren durch verstärkte Nutzerverantwortung

1. Einleitung

Zur Deckung unseres Strom- und Heizenergieverbrauchs müssen enorme Mengen an Kohle, Öl und Gas verbrannt werden. Das dabei in die Atmosphäre freigesetzte Kohlendioxid (CO₂) führt durch den so genannten zusätzlichen Treibhauseffekt zu einem weltweiten Anstieg der Durchschnittstemperaturen. Schwer wiegende Klimaveränderungen mit Überschwemmungen, Stürmen und Dürreperioden sind die Folge.

Um einen weiteren Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, hat sich die Münchner Stadtverwaltung entschlossen, ab 1. Oktober 1998 das Projekt „Pro Klima – Contra CO₂“¹ durchzuführen, an dem sich die meisten städtischen Referate beteiligen. In 23 ausgewählten Verwaltungsgebäuden sollen durch ein verändertes Nutzerverhalten aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Strom und Wärme eingespart werden.

Die Landeshauptstadt München möchte mit dieser Aktion ein Zeichen setzen und auch Firmen, andere Verwaltungseinheiten, aber auch Bürgerinnen und Bürger dazu motivieren, sich für die Energieeinsparung zu engagieren, denn nur gemeinsam werden wir beim Klimaschutz vorankommen. „Global denken – lokal handeln“, das ist ein Leitsatz an dem sich München in Sachen Klimaschutz orientieren will. Jeder muss in seinem eigenen Bereich verantwortlich handeln, damit die weltweiten Umweltprobleme endlich gelöst werden.

Die Auswertung der Ergebnisse und die Berichterstellung wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen aus Mitteln des Allgemeinen Umweltfonds gefördert.

2. Vorbereitung

Bürgermeister Hep Monatzeder und die Abteilung Energiemanagement im Baureferat stellten im März 1998 das Projekt im Lenkungsreis „CO₂-Reduktion“ vor. Die Referate stimmten der Durchführung des Projekts zu und erklärten sich bereit, Verwaltungsgebäude mit je einer/einem Ansprechpartnerin/Ansprechpartner zu melden, die sich an der Aktion beteiligen. Die Mitarbeiter des Geschäftsbereichs Energiemanagement führten eine Informationsveranstaltung für alle Referate durch und verteilten die Informationsbroschüre der KEBAB gGmbH Berlin „Klimaschutz am Arbeitsplatz“, an der sich das Projekt orientiert.

Insgesamt wurden 27 Gebäude zur Teilnahme am Projekt gemeldet. Bei einer Überprüfung stellte sich heraus, dass vier Verwaltungsgebäude wegen zurzeit laufender Sanie-

1 *Landeshauptstadt München, Baureferat, Pro Klima – Contra CO₂, München o.J. (Reihe „Der Hochbau informiert. Energiemanagement in städtischen Gebäuden“). Dieser Bericht ist kostenlos zu beziehen über: Landeshauptstadt München, Baureferat, Hauptabteilung Hochbau VII (H762), Friedensstraße 40, 81671 München.*

rungsmaßnahmen bzw. wegen fehlender Möglichkeiten der Verbrauchserfassung nicht teilnehmen konnten.

Um die Referenzdaten für die beteiligten Gebäude zu ermitteln, wurden der Durchschnitt aus dem Energieverbrauch der Jahre 1995, 1996 und 1997 gebildet sowie bauliche und technische Maßnahmen, die den Energieverbrauch in den Referenzjahren beeinflusst haben, berücksichtigt.

Von September bis Oktober 1998 führten die Mitarbeiter des Energiemanagements in allen relevanten Gebäuden Begehungen durch. Dabei wurden Hinweise auf Einsparpotenziale im Gebäude gegeben und Möglichkeiten, den Energieverbrauch durch organisatorische Maßnahmen zu senken, mit den Anlagenbedienern diskutiert (z.B. Ausweitung der Nachtabenkung von Heizungsanlagen, Reduzierung der Laufzeiten von Lüftungsanlagen, Außerbetriebsetzung von Untertischboilern). Die Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner erhielten Informationen über den objektspezifischen Energieverbrauch, benötigte Strom- und Wärmeleistungen und den Einfluss der Witterung auf den Wärmeverbrauch. Um die monatlichen Zählerstände notieren zu können, wurden Formblätter verteilt. Weiterhin wurden für jedes Gebäude ein „Energieschrank“ mit Strom- und Beleuchtungsmessgeräten sowie Thermometern zur Verfügung gestellt und die Handhabung erläutert.

3. Prämie

Die Verwendung der eingesparten Energiekosten (Strom, Wärme) war im Rahmen der eingeführten Budgetierung eine Angelegenheit des jeweiligen Referats. Die geltenden haushaltsrechtlichen Bestimmungen der Kommunalhaushaltsverordnung (KommHV) mussten jedoch beachtet werden. Entsprechend der Festlegung im CO₂-Lenkungsreis stehen jeweils 35 Prozent der eingesparten Energiekosten den Gebäudenutzern als Prämie und den Referaten für andere Aufgaben zur Verfügung. Einen Anteil von 30 Prozent erhielt der Geschäftsbereich Energiemanagement für die Projektleitung, die Erstellung des Berichts sowie die Anschaffung der Broschüre „Klimaschutz am Arbeitsplatz“ und den Messkoffer.

4. Ablauf des ersten Projektjahrs

Das Projekt wurde am 1.10.1998 gestartet und lief zunächst ein Jahr. Die Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner konnten selbst entscheiden, wie sie bei der Umsetzung des Projekts in ihrem Haus vorgehen wollten. Ihre Aufgabe war es, die Beschäftigten über Rundschreiben, Informationszeitungen, Aushänge, Plakate sowie Dienstbesprechungen zur Vermeidung von unnötigem Energieverbrauch aufzurufen. Darüber hinaus gaben sie in persönlichen Gesprächen gezielte Energiespartipps weiter und betreuten die Ausgabe von Messgeräten zur Ermittlung der Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz, der Raumtemperaturen und des Stromverbrauchs einzelner Geräte.

Ab November 1998 wurden in den beteiligten Gebäuden Messungen der elektrischen Bezugsleistung durch Mitarbeiter des Energiemanagements durchgeführt und Reduzierungspotenziale diskutiert. In einer Informationsveranstaltung im Dezember 1998 zeigten

sie den Anlagenbedienern Möglichkeiten auf, wie der Energieverbrauch, die CO₂-Emissionen und die Energiekosten noch weiter reduziert werden können.

Die Verbrauchsaufschreibungen wurden im Januar und Mai 1999 ausgewertet. Auf zwei Informationsveranstaltungen diskutierten die Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner die Einspartrends und tauschten Erfahrungen über den bisherigen Projektverlauf aus. Dabei wurden auch Informationsunterlagen der Stadtwerke München und des Referats für Gesundheit und Umwelt verteilt.

5. Ergebnisse

Nach Abschluss des ersten Projektjahrs wurden die Einsparergebnisse ermittelt. Das Baureferat dokumentierte die Erfahrungen in Form einer Broschüre². Berücksichtigung fanden dabei auch bauliche und technische Maßnahmen sowie Nutzungsänderungen. Im ersten Jahr konnten bei vielen der beteiligten Gebäude erfreuliche Einsparungen erreicht werden. Der Stromverbrauch wurde im Durchschnitt um 3,4 Prozent und der Wärmeverbrauch um 5,5 Prozent reduziert. Dies bedeutet eine Verringerung der CO₂-Emissionen um 228 Tonnen und eine Energiekosteneinsparung von 95.736 DM.

Tabelle 1: Einsparungen im ersten Projektjahr*

	Verbrauch	CO ₂ -Emissionen	Kosten
Strom	121 MWh 3,4 %	33 t	26.564 DM
Wärme	997 MWh 5,5 %	195 t	69.172 DM
Summe	118 MWh	228 t	95.736 DM

*Quelle: *Landeshauptstadt München, Baureferat, Pro Klima – Contra CO₂, München o.J., S. 5* (Reihe „Der Hochbau informiert. Energiemanagement in städtischen Gebäuden“).

6. Fortführung des Projekts

Da sich gewohnte Verhaltensweisen erfahrungsgemäß nur langsam ändern, wird mittelfristig mit einer Zunahme des positiven Trends des ersten Jahres gerechnet.

Die Fortführung und Ausweitung des Projekts, auch auf andere Gebäude, wird dem Stadtrat vorgeschlagen.

7. Wertung der Ergebnisse

Die Durchführung des „Pro Klima–Contra CO₂“-Projekts stellt für die Landeshauptstadt München eine besondere Aufgabe dar. Schließlich wird hier nicht durch technische und bauliche Maßnahmen, sondern von Menschen Energie gespart. Der schwer kalkulierbare „Faktor Mensch“ stellt dabei die eigentliche Herausforderung dar.

² Siehe *Landeshauptstadt München, Baureferat, Pro Klima – Contra CO₂*.

Dementsprechend erwies es sich als richtige Strategie, auf Einsicht und auf die Eigenverantwortlichkeit der Gebäudenutzer statt auf Anweisungen zu setzen. Um dem Eindruck einer Anordnung von oben zu begegnen, gehört der/die Ansprechpartner/in im Gebäude nicht der Leitungsebene an. Andererseits sind persönliches Engagement und Unterstützung durch die Führungskräfte für den Erfolg Voraussetzung. Um der Gewohnheit in der Wahrnehmung („Abstumpfen“) vorzubeugen, erscheint es notwendig, die Informationen wohl dosiert und variiert nahe zu bringen. Einmalige Informationsüberfrachtungen sind weniger wirksam als stetige Informationsvermittlung mit unterschiedlichen Themen.

Abbildung 1: Aushänge an den richtigen Stellen helfen dem Gedächtnis nach*



*Quelle: *Landeshauptstadt München, Baureferat, Pro Klima – Contra CO₂, München o.J., S. 11* (Reihe „Der Hochbau informiert. Energiemanagement in städtischen Gebäuden“).

Obwohl bei der Auswahl der Gebäude darauf geachtet wurde, dass nur solche aufgenommen wurden, bei denen keine größeren baulichen und technischen Energiesparmaßnahmen geplant waren, gab es diese dennoch. Hinsichtlich der Motivation und Informationsvermittlung scheinen kleine Einheiten dank ihrer weniger komplexen Kommunikationsstrukturen im Vorteil zu sein. In größeren Gebäuden sollten deshalb neben den Ansprechpartnern weitere Beauftragte für die Betreuung einzelner Gebäudebereiche ernannt werden.

Von Anfang an sind die Erfolgserwartungen an dieses Projekt langfristig ausgerichtet, da sich bei Erwachsenen die Gewohnheiten nur langsam ändern lassen und das Lernverhalten, im Gegensatz zu Kindern und Jugendlichen, träger ist. Umso erfreulicher ist, dass bereits im ersten Jahr deutliche Erfolge erzielt wurden und eine Reihe von Meldungen über gute Akzeptanz eingingen.

Ein weiterer positiver Effekt war, dass durch die erhöhte Aufmerksamkeit der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch Energielecks aufgedeckt wurden, die durch technische und bauliche Maßnahmen behoben werden konnten.

Daneben besteht natürlich auch die Erwartung, dass bei vielen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern die bewusste Energieverwendung im Büro lediglich der Einstieg zu einem umweltbewussten Verhalten zu Hause ist. Generell waren Verantwortungsgefühl und Umweltengagement ein größerer Anreiz als die versprochene finanzielle Belohnung.

Mathias Linder

Nutzerbedingte Energieeinsparungen in Verwaltungsgebäuden

1. Einleitung

Nicht erst seit der angespannten Haushaltslage hat sich das Hochbauamt Frankfurt am Main durch die Abteilung Energiemanagement darum bemüht, die Energiekosten für die städtischen Liegenschaften zu senken. Bei der Durchführung von investiven Maßnahmen wurde jedoch immer wieder festgestellt, dass der Einsparerfolg in hohem Maße von der Bedienung der technischen Anlagen und vom Nutzerverhalten abhängt. Daher hat die Stadt Frankfurt am Main verschiedene Maßnahmen ergriffen, um die Nutzer von öffentlichen Gebäuden zu energie- und wassersparendem Verhalten anzuregen. Dazu gehören:

- Motivation durch die Einführung einer Erfolgsbeteiligung für Nutzer und Energiebeauftragte,
- Information durch die Entwicklung eines Seminarprogramms für Energiebeauftragte.



2. Erfolgsbeteiligung für Nutzer

Ein wesentliches Problem bei kommunalen Gebäuden besteht darin, dass das Bedienungspersonal und die Gebäudenutzer kein unmittelbares Interesse an der Einsparung von Energie und Wasser haben. Um diesem Problem zu begegnen, wurde 1996 ein Magistratsbeschluss mit dem Titel „Beitrag zur Haushaltsentlastung durch Energie- und Wassersparmaßnahmen“ gefasst. Dieser legt fest, dass nutzerbedingte Einsparungen in städtischen Liegenschaften wie folgt aufgeteilt werden sollen:

- 50 Prozent erhält der Nutzer der Liegenschaft zur allgemeinen Verwendung.
- Falls ein(e) Energiebeauftragte(r) benannt wurde, erhält diese(r) die Hälfte davon (entspricht 25 Prozent der Einsparung) als persönliche Prämie.
- 50 Prozent fließen in die Haushaltsstelle „Energie- und Wassersparmaßnahmen“ und stehen wieder für investive Maßnahmen (z.B. für internes Contracting) zur Verfügung.



Hierfür müssen zunächst die Standard-Nutzungsbedingungen für das Gebäude fixiert werden, damit Nutzungsänderungen (z.B. abendliche Vereins- oder VHS-Nutzung) entsprechend berücksichtigt werden können.

Abbildung 1: Erfolgsbeteiligung für das Heinrich-von-Gagern-Gymnasium im Jahr 1999*

Nachweis der eingesparten Energie- und Wasserkosten 1999										
	Liegenschaft	Heinrich-von-Gagern-Gymnasium					Energiebeauftragte(r)	Herr Coutu		
	Straße, Nr.	Am Tiergarten 6-8					Telefon	35.150		
Ablese-Zeitraum	vor	01.01.99	bis	31.12.99	=	364	Tage mit	Gradtagzahl (Kd/a)	2.934	
E. Elektrischer Strom										
	E1- HT	E1- NT	E2- HT	E2- NT	E3- ET	E1- HT (AS)	E1- NT (AS)	0		
	E1. Zählernummer alt	20.969	20.969	20.966	20.966	658.709	92.760	92.760	0	
	E2. Zählernummer neu	20.969	20.969	20.966	20.966	658.709	92.760	92.760	0	
	E5. Multiplikator alt (kWh/Einheit)	30	30	40	40	1	20	20	0	
	E6. Multiplikator neu (kWh/Einheit)	30	30	40	40	1	20	20	0	
Zählerablesungen: Datum Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan										
	E7. Beginn Ablesezeitraum	01.01.99	4.400	1.012	6.754	1.945	95.552	812	356	
	E8. Zählerwechsel: Zählerstand alt									
	E9. Zählerstand neu									
	E10. Ende Ablesezeitraum	31.12.99	5.223	1.227	7.903	2.302	99.604	1.068	482	
	E11. Verbrauch im Ablesezeitraum (kWh)		24.690	6.450	45.960	14.280	4.052	5.120	2.520	
	E12. Jahresverbrauch (kWh/Jahr)		24.758	6.468	46.086	14.319	4.063	5.134	2.527	
	E14. Referenzverbrauch (kWh/Jahr)		24.320	5.949	49.541	13.955	3.837	10.990	2.380	
	E18. Korrekturfaktor Gebäude/Nutzung		1	1	1	1	1	1	1	
	E19. Verbrauchseinsparung (kWh/Jahr)		-438	-519	3.454	-365	-226	5.856	-147	
	E16. aktueller Bruttopreis (DM/kWh)		0,290	0,173	0,290	0,173	0,261	0,156		
	E20. Kosteneinsparung (DM/Jahr)		-127	-90	1.002	-63	0	1.528	-23	
H. Heizenergie										
	H1	H2	H3	H4=H1-H3	0	0	0	0	0	
	H1. Zählernummer alt	526.852	995.373	8.218.910	0	0	0	0	0	
	H2. Zählernummer neu	526.852	995.373	8.218.910	0	0	0	0	0	
	H5. Multiplikator alt (kWh/Einheit)	10,71	0,00	10,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	H6. Multiplikator neu (kWh/Einheit)	10,71	0,00	10,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zählerablesungen: Datum Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan										
	H7. Beginn Ablesezeitraum	01.01.99	339.417	8	37.793	Der Verbrauch des Unterzählers der Dienstwohnung H3 muß vom H1 abgezogen werden, siehe Spalte 4.				
	H8. Zählerwechsel: Zählerstand alt					Unterzähler des DWG wird intern mit SSA verrechnet.				
	H9. Zählerstand neu					Verbrauchs- u. -kosteneinsparung der Schule unter H2 u. H4				
	H10. Ende Ablesezeitraum	31.12.99	466.835	11	40.124					
	H11. Verbrauch im Ablesezeitraum (kWh)		1.364.647	0	24.965	1.339.682	0	0	0	
	H12. Jahresverbrauch (kWh/Jahr)		1.368.396	0	25.034	1.343.362	0	0	0	
	H13. Korrekturfaktor Wetter		1,086	1,086	1,086	1,086	1,086	1,086	1,086	
	H14. Referenzverbrauch (kWh/Jahr)		1.717.796	44	38.778	1.679.018	0	0	0	
	H18. Korrekturfaktor Gebäude/Nutzung		1	1	1	1	1	1	1	
	H19. Verbrauchseinsparung (kWh/Jahr)		232.336	44	11.603	220.733	0	0	0	
	H16. aktueller Bruttopreis (DM/kWh)			0,0929		0,0384				
	H20. Kosteneinsparung (DM/Jahr)		0	4	0	8.476	0	0	0	
W. Wasser										
	W1	W2	0	0	0	0	0	0	0	
	W1. Zählernummer alt	126.354	162.538	0	0	0	0	0	0	
	W2. Zählernummer neu	126.354	162.538	0	0	0	0	0	0	
Zählerablesungen: Datum Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan Zählerstan										
	W7. Beginn Ablesezeitraum	01.01.99	2.847	4.139						
	W8. Zählerwechsel: Zählerstand alt									
	W9. Zählerstand neu									
	W10. Ende Ablesezeitraum	31.12.99	4.038	4.478						
	W11. Verbrauch im Ablesezeitraum (m³)		1.191	339	0	0	0	0	0	
	W12. Jahresverbrauch (m³/Jahr)		1.194	340	0	0	0	0	0	
	W14. Referenzverbrauch (m³/Jahr)		1.868	643	0	0	0	0	0	
	W18. Korrekturfaktor Gebäude/Nutzung		1	1	1	1	1	1	1	
	W19. Verbrauchseinsparung (m³/Jahr)		674	303	0	0	0	0	0	
	W16. aktueller Bruttopreis (DM/m³)		7,40	7,40						
	W20. Kosteneinsparung (DM/Jahr)		4.986	2.245	0	0	0	0	0	
S. Summen										
	Strom + Heizung + Wasser = Summe					Prämien:	Schule Energiebea.			
	S1. Verbrauchs-Einsparung (kWh/m²)	7.842	220.777	977	> 1000 DM?	25%	25%			
	S2. Kosten-Einsparung (DM/Jahr)	2.227	8.480	7.231	17.938	4.485	4.485			

*Quelle: Darstellung Mathias Linder.

Anschließend wird ein dreijähriger Referenzzeitraum festgelegt (meist 1996 bis 1998). Der Referenzverbrauch für jeden Verrechnungszähler (Strom, Heizenergie und Wasser) ergibt sich dann als mittlerer Jahresverbrauch in dem Referenzzeitraum.

Während des laufenden Jahres muss der/die Energiebeauftragte monatlich die Zählerstände notieren, damit der Erfolg der Einsparung zeitnah überwacht werden kann.

Am Ende des Jahres werden die Einsparungen für jeden Verrechnungszähler gegenüber dem Referenzverbrauch berechnet. Dabei werden bauliche Maßnahmen und Nutzungsänderungen über einen Faktor Gebäude/Nutzung berücksichtigt. Beim Heizenergieverbrauch wird eine Witterungsbereinigung vorgenommen. Die Kosteneinsparung ergibt sich dann als Produkt aus Verbrauchseinsparung und dem aktuellen Preis.

Als Beispiel ist die Berechnung der Einsparung für das Heinrich-von-Gagern-Gymnasium im Jahr 1999 dargestellt (Abb. 1). Dort wurde gegenüber dem Referenzzeitraum eine Einsparung von fast 18.000 DM erreicht.

Inzwischen sind in etwa 40 Liegenschaften Energiebeauftragte benannt. Für das Jahr 1999 wurde von elf Liegenschaften eine Prämie beantragt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2 zusammengestellt.

Man erkennt, dass die Stromeinsparung im Schnitt bei 14 Prozent, die Heizenergieeinsparung bei sieben Prozent und die Wassereinsparung bei 17 Prozent lag. Insgesamt wurden die Kosten um rund 113.000 DM (elf Prozent) gesenkt. Davon wurden etwa 31.000 DM an die Liegenschaften und etwa 25.000 DM als persönliche Prämie an die Energiebeauftragten ausgezahlt. Zusätzlich wurden 400.000 kg CO₂ eingespart.

Aufgrund des großen Erfolgs soll das Programm in Zukunft auf weitere Liegenschaften ausgedehnt werden.

3. Seminarprogramm für Energiebeauftragte

Neben der Motivation sind Fachkenntnisse über die verschiedenen Möglichkeiten der Energie- und Wassereinsparung eine wesentliche Voraussetzung für die Erschließung dieses Potenzials.

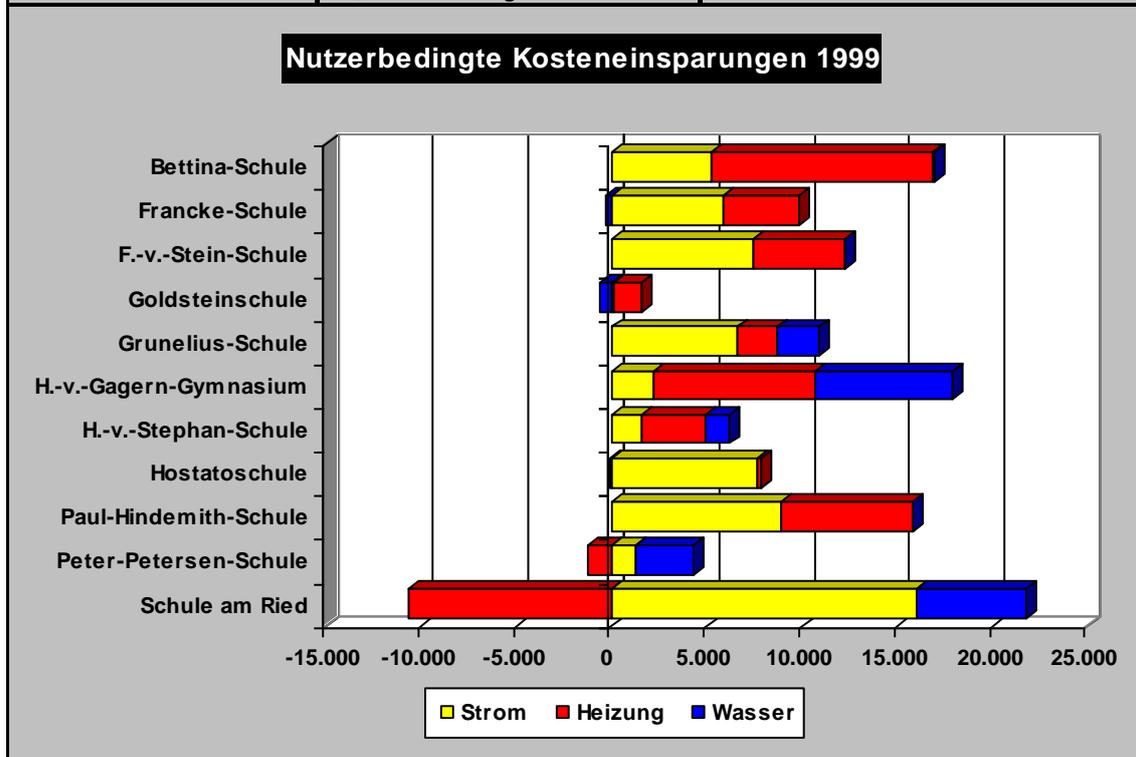
Daher wurde zur Qualifikation und Unterstützung der Energiebeauftragten (teils Haus-techniker, teils technische Laien) ein professionelles Seminarprogramm erarbeitet. Das Projekt wurde nach öffentlicher Ausschreibung an das Büro Köhler Beraten+Planen vergeben.

Das Programm besteht aus insgesamt vier Seminartagen mit folgenden Themen:

- „ Energiecontrolling,
- „ Senkung der Heizkosten,
- „ Senkung der Stromkosten,
- „ Senkung der Wasserkosten.

Abbildung 2: Erfolgsbeteiligung für Nutzer im Jahr 1999*

Objekt	Fläche NGF (m ²)	Verbrauchseinsparung 1999						Einsparung 1999		Objekt-Prämie (DM)	pers. Prämie (DM)
		Strom (kWh)		Heizung (kWh)		Wasser (m ³)		(DM)	(%)		
Bettina-Schule	7.342	22.531	17%	301.029	24%	11	1%	16.950	16%	4.238	4.238
Francke-Schule	3.509	19.040	35%	102.456	16%	-41	-6%	9.522	19%	2.380	2.380
F.-v.-Stein-Schule	6.554	40.459	13%	138.538	13%		0%	12.281	15%	3.070	3.070
Goldsteinschule	316	302	41%	35.693	51%	-74	-55%	1.098	25%	275	275
Grunelius-Schule	6.156	22.294	35%	55.000	5%	301	21%	10.959	12%	5.480	
H.-v.-Gagern-Gymnasium	10.394	7.842	7%	220.777	13%	977	39%	17.938	16%	4.485	4.485
H.-v.-Stephan-Schule	5.774	7.612	8%	95.921	15%	179	22%	6.238	13%	1.560	1.560
Hostatoschule	4.112	29.217	29%	5.878	1%	-13	-2%	7.760	13%	1.940	1.940
Paul-Hindemith-Schule	17.345	76.104	10%	179.046	9%		0%	15.779	8%	3.945	3.945
Peter-Petersen-Schule	5.452	7.124	7%	-31.627	-3%	406	22%	3.115	4%	779	779
Schule am Ried	16.429	74.048	16%	-277.705	-12%	777	31%	11.137	5%	2.784	2.784
Summe	83.383	306.573	14%	825.006	7%	2.523	17%	112.776	11%	30.934	25.455
Summe	CO ₂ :	204.178 kg		199.651 kg							
	CO ₂ :	403.829 kg = 205.586 m ³									



*Quelle: Darstellung Mathias Linder.

Die Lehrinhalte wurden didaktisch und grafisch aufbereitet. Neben der Vermittlung der Lerninhalte mit einer umfangreichen Foliensammlung wird großer Wert auf die praktische Umsetzung durch die Arbeit mit Messgeräten und Praxismodellen (z.B. Heizungsregler) gelegt. Hinzu kommen Rollenspiele (Gespräche mit Nutzern) und das Lösen einfacher Rechenaufgaben. Am Ende jedes Seminartags steht eine kleine Exkursion (z.B. Besichtigung der automatischen Verbrauchserfassung oder einer Heizzentrale). Jeder Seminarteilnehmer erhält einen Ordner mit einer Loseblattsammlung (etwa 30 Seiten je Seminar-

tag)¹. Zusätzlich wird den Energiebeauftragten Informationsmaterial für Gebäudenutzer zur Verfügung gestellt. Dazu gehören:

- n Faltposter
- n Plakate
- n Aufkleber



Die Innenseite des Faltposters ist auf der nächsten Seite abgedruckt.

Die Messgeräte (Sekundenthermometer, Luxmeter, Stromverbrauchsmessgeräte) können von den Seminarteilnehmern bis zu drei Monate ausgeliehen werden.

Die erste Pilotseminarreihe wurde im Jahr 1999 von dem beauftragten Büro durchgeführt. Seither wurden zwei weitere Seminarreihen von den Mitarbeitern der Abteilung Energiemanagement veranstaltet. Dabei nahmen sogar zum Teil externe Energiebeauftragte teil.

Dieses Programm mit Gesamtkosten in Höhe von etwa 150.000 DM wurde zu hundert Prozent mit Mitteln aus dem Frankfurter Förderprogramm Energie finanziert. Es wird erwartet, dass durch das Projekt Strom-, Heizenergie- und Wassereinsparungen in Höhe von zehn bis 15 Prozent in den beteiligten Liegenschaften erreicht werden können.

Weitere Informationen über das Energiemanagement in der Stadt Frankfurt a.M. erhalten Sie im Internet unter www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement.

1 Die Teilnehmerunterlagen zum Seminarprogramm können zum Selbstkostenpreis von 20 DM beim Hochbauamt, Abteilung Energiemanagement, Gerbermühlstraße 48, 60594 Frankfurt, bestellt werden (E-Mail: energiemanagement@stadt-frankfurt.de).

Sparen macht Spaß. Beim Strom bringt's was!



Tip 1: Wenn sie aus dem Raum gehen, schalten Sie einfach das Licht aus.
obwohl der Raum gerade nicht genutzt wird.

In Räumen brennt manchmal Licht, wenn sie schneller kaputt gehen, früher wurde oft gesagt, daß Lampen schneller kaputt gehen, wenn sie häufiger ausgeschaltet werden. Bei Glühbirnen und Energiesparlampen brauchen Sie sich deswegen keine Sorgen machen. Selbst Leuchtstoffröhren sollten ausgeschaltet werden, wenn Sie länger als eine Viertelstunde den Raum verlassen. Sie können so fast 20 DM pro Jahr einsparen!

Tip 2: Schalten Sie die Beleuchtung bei ausreichendem Tageslicht aus.

Die Sonne scheint, und trotzdem ist die Beleuchtung in den Räumen eingeschaltet.
Morgens, wenn die Arbeit beginnt, ist es oft noch dunkel im Raum, und die Beleuchtung wird dringend gebraucht. Im Laufe des Tages wird es dann heller, und die Lampen bleiben eingeschaltet, weil man es einfach vergißt. Probieren Sie doch mal aus, ob es nicht auch ohne Beleuchtung geht. Oder schalten Sie wenigstens einen Teil der Lampen aus. Die Einsparung beträgt dann etwa 40 DM im Jahr!

Tip 3: Ziehen Sie doch einfach mal den Stecker.
Viele Geräte brauchen auch Strom, wenn sie überhaupt nicht genutzt werden.

Computer und Kopierer verbrauchen auch dann Strom, wenn sie scheinbar abgeschaltet sind. Ziehen Sie in Nutzungspausen und zum Feierabend den Netzstecker, oder nutzen Sie Ihre schaltbare Steckerleiste. Dann hört dieser heimliche aber unheimliche Stromverbrauch auf.

Jedes Jahr können Sie auf diese Weise bis zu 50 DM sparen!

Sparen macht Spaß. Beim Heizen bringt's was!

Tip 1: Überprüfen Sie einmal die Temperatur in Ihrem Raum.

Damit Sie im Winter arbeiten können, muß es im Büro warm sein. Eine Temperatur von 20°C reicht für Büroräume aus.
Wenn Sie an Ihrem Heizkörper ein Thermostatventil haben, stellen Sie es auf Stufe 3. Auch wenn der Raum schnell aufgeheizt werden soll, ist das die richtige Position.

Ein Grad weniger Raumtemperatur spart bis zu 30 DM je Raum!

Tip 2: Richtiges Lüften schont den Geldbeutel und die Gesundheit.

Mit einem gekippten Fenster heizen Sie eher die Landschaft als das Büro. Außerdem führen dauerhaft gekippte Fenster zu Zugerscheinungen.

Öffnen Sie das Fenster für eine kurze Zeit (3 Minuten reichen aus), dafür aber richtig weit. So kommt ausreichend Frischluft für einen freien Kopf in den Raum. Während das Fenster geöffnet ist, steht das Thermostatventil am besten auf Stufe *. Noch günstiger ist es, wenn Sie das Ventil schon 5 Minuten vor dem Lüften auf diese Stellung drehen.

Richtiges Lüften mit entsprechender Einstellung der Heizungsregelung kann bis zu 60 DM sparen!

Tip 3: Drehen sie die Heizung ruhig mal ab.

Während Urlaub, Außendienst oder Terminen in anderen Gebäudeteilen stehen Räume leer, manchmal tagelang.
Wenn Sie wissen, daß Sie längere Zeit nicht in Ihrem Raum sind, können Sie die Heizung kleiner stellen oder sogar abdrehen. Die Frostschutzfunktion des Thermostatventils sorgt dafür, daß nichts einfriert. Es wird schnell wieder warm, wenn Sie die Heizung nach Ihrer Rückkehr wieder auf Stufe 3 stellen. Sie sparen dadurch jedes Jahr bis zu 20 DM!



Sparen macht Spaß. Beim Wasser bringt's was!

Tip 1: Wenn es eine Spartaste gibt, nutzen Sie diese.

Toilettenspülungen sind heute in vielen Fällen schon mit einer Spartaste ausgerüstet.
Spartasten funktionieren nur dann, wenn Sie auch richtig benutzt werden. Auf manche muß man zweimal drücken, damit das Wasser gestoppt wird. Bei anderen hört das Wasser auf zu fließen, sobald man die Taste losläßt. Wissen Sie, wie die Spartasten in Ihrem Gebäude funktionieren?

Sie können durch die richtige Benutzung problemlos 20 DM pro Jahr sparen!

Tip 2: Während des Einseifens ruhig mal den Hahn abdrehen.

Der Wasserhahn läuft beim Einseifen der Hände.
Fast 50% der Wassermenge laufen ungenutzt ab, während Sie sich die Hände einseifen. Der normale „Händewascher“ kann jedes Jahr etwa 2.000 l Wasser sparen, wenn er den Hahn beim Einseifen abdreht.

Sie können jährlich etwa 15 DM Wasserkosten sparen, wenn Sie den Hahn beim Einseifen abdrehen!

Tip 3: Waschen Sie sich die Hände doch mal mit kaltem Wasser.

An vielen Waschbecken ist Kalt- und Warmwasser vorhanden.
Meistens reicht kaltes Wasser zum Händewaschen. Sie sparen dann nicht nur die Energie zum Erwärmen des Wassers. Sie sparen auch das Wasser, das ungenutzt durch den Hahn fließt, bis die gewünschte Wassertemperatur erreicht ist. Bei manchen Wasserhähnen läuft bis dahin doppelt so viel Wasser in den Kanal, wie zum eigentlichen Händewaschen notwendig ist!

Händewaschen mit kaltem Wasser bringt mehr als 20 DM pro Jahr und Mitarbeiter!



Gerd Prohaska

Nutzerbedingte Energieeinsparung in Verwaltungsgebäuden – zum Beispiel im Umweltamt der Stadt Frankfurt am Main

Zum Hintergrund

Der Magistrat der Stadt Frankfurt am Main hat per Beschluss Nr. 920 vom 3.6.1996 das Ziel formuliert, Kosten für Energie und Wasser in Höhe von zehn bis 15 Prozent durch bewussten Umgang zu reduzieren, bei einem jährlichen Gesamtetat hierfür von immerhin rund 65 Mio. DM stadtweit.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde beschlossen, für städtische Liegenschaften eine(n) Energiebeauftragte(n) zu bestellen. Umsetzung und Koordination dieses Programms liegen beim Hochbauamt der Stadt Frankfurt am Main, Abteilung Energiemanagement¹. Aufgaben der Energiebeauftragten sind:

- „ Dokumentation der Verbrauchswerte und Nutzungsbedingungen im Haus (Zählerstände ablesen und auswerten),
- „ Einsparung von Energie und Wasser durch geeignetes Nutzerverhalten und Motivation.

Die folgenden Abbildungen und Texte dokumentieren (auszugsweise) Erfahrungen und Ergebnisse einer fast zweijährigen Tätigkeit als Energiebeauftragter in der Liegenschaft Galvanistraße 28 in Frankfurt. Die angemietete Liegenschaft ist Sitz des städtischen Umweltamts, des Klimabündnisses e.V. sowie einer Bibliotheksschule und umfasst etwa 6.500 m² Nutzfläche.

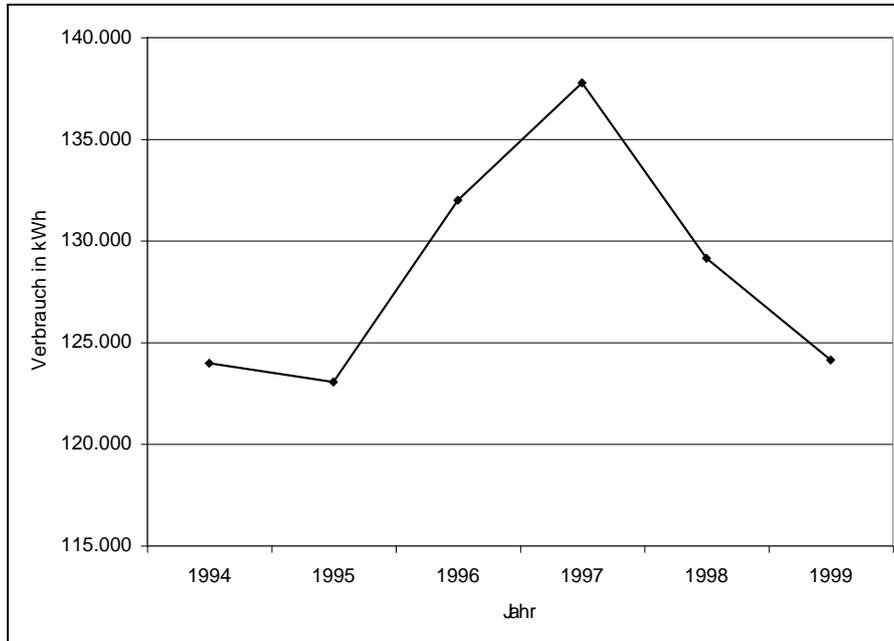
Die für dieses Gebäude gemachte Bestandsaufnahme ging über das vom Hochbauamt geforderte Maß hinaus und konnte nur mit tatkräftiger Hilfe engagierter Kollegen bewältigt werden. Bei der Bestandsaufnahme der Liegenschaft wurden erfasst:

- „ Verbrauch:
 - „ Strom-, Erdgas-, Wasserverbrauch,
 - „ Gebäudeflächen,
 - „ Nutzeranzahl.
- „ Verträge:
 - „ Mietverträge,
 - „ Bezugs- und Wartungsverträge.
- „ Technische Gebäudeausrüstung:
 - „ Lampen,
 - „ Motoren, Pumpen,
 - „ diverse elektrische Verbraucher.
- „ Büromaschinen:
 - „ PCs,
 - „ Monitore,
 - „ Drucker usw.

¹ Vgl. hierzu den Beitrag von Mathias Linder, S. 113 ff.

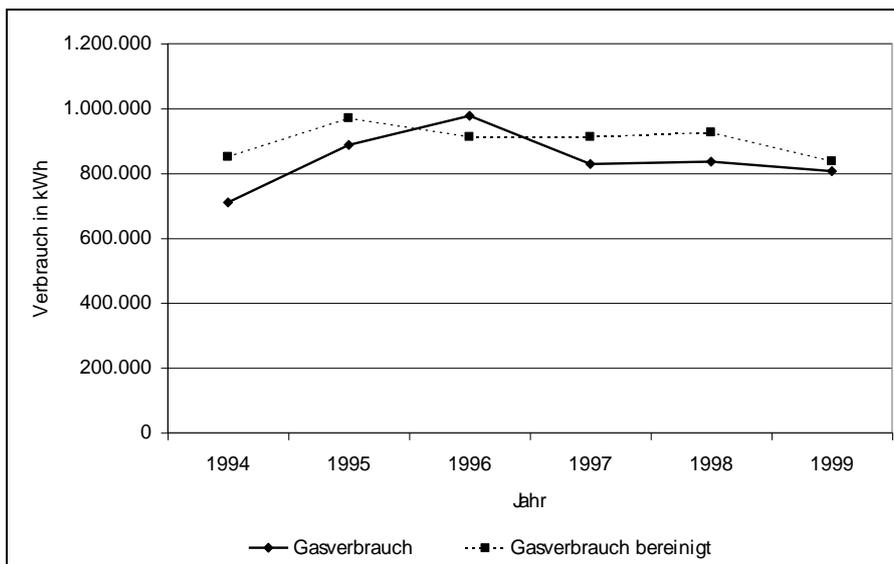
Die Abbildungen 1 bis 3 zeigen das Ergebnis der Verbrauchsdokumentation für Wasser, Strom und Erdgas für mehrere Jahre.

Abbildung 1: Elektrizitätsverbrauch*



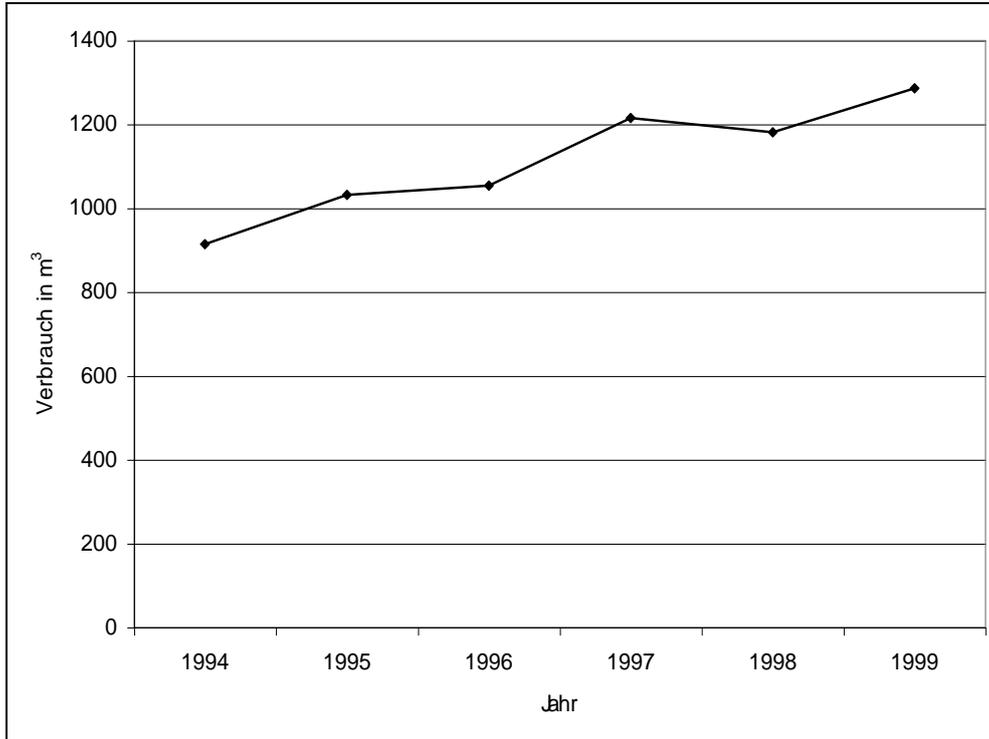
*Quelle: Darstellung Gerd Prohaska.

Abbildung 2: Gasverbrauch



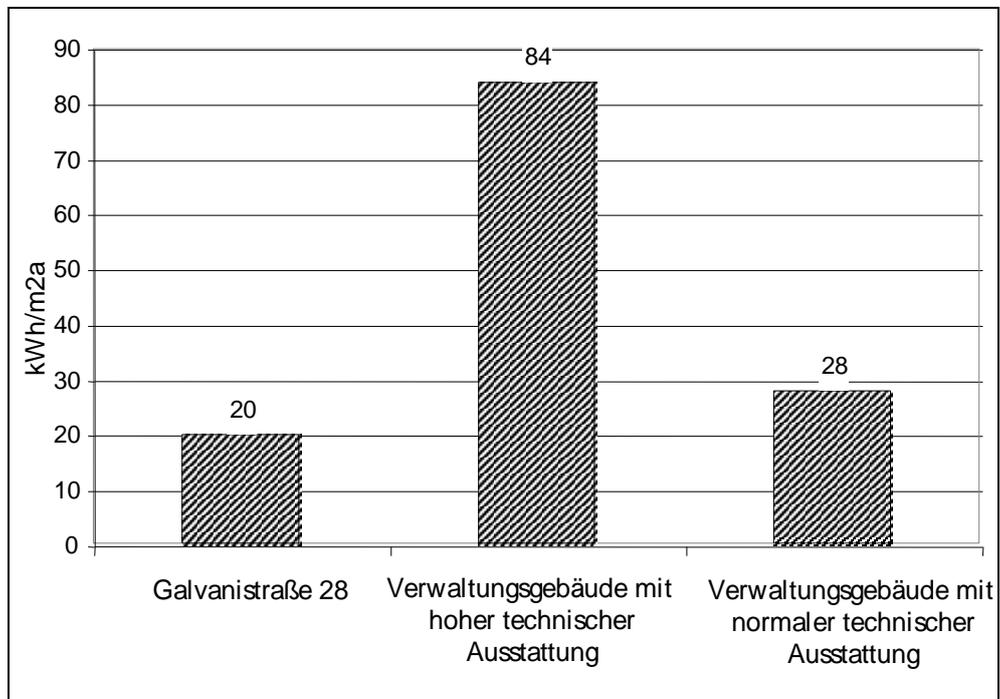
*Quelle: Darstellung Gerd Prohaska.

Abbildung 3: Wasserverbrauch*



*Quelle: Darstellung Gerd Prohaska.

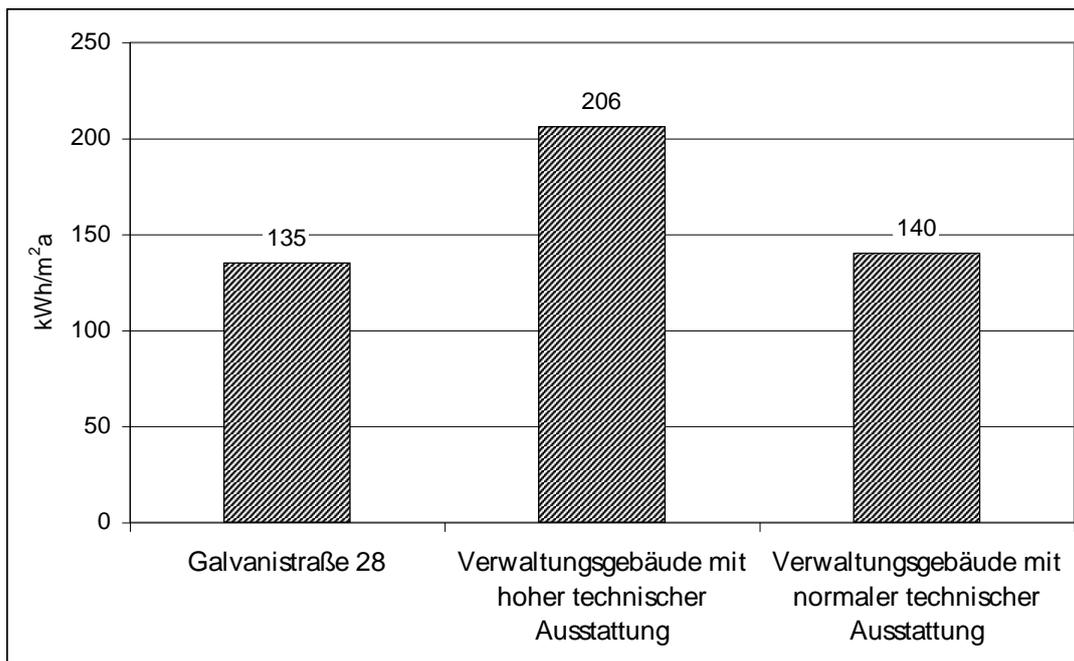
Abbildung 4: Energiekennzahlen Strom*



*Quelle: Darstellung Gerd Prohaska.

Absolute Verbrauchs- oder Kostenwerte von Strom, Erdgas oder Wasser sind in der Regel wenig aussagekräftig. Analog dem Normverbrauch von Kraftfahrzeugen (Liter Benzin je 100 km) werden in diesem Fall die verschiedenen Verbrauchswerte auf die Nutzfläche und/oder auf die Anzahl der Mitarbeiter bezogen. Anhand umfangreicher Vergleichswerte aus der Literatur² für Gebäude mit gleicher Nutzungsstruktur und Nutzungsbedingungen lassen sich qualifizierte Vergleiche und Bewertungen anstellen und Maßnahmen-schwerpunkte benennen.

Abbildung 5: Energiekennzahlen Heizenergieverbrauch*



*Quelle: Darstellung Gerd Prohaska.

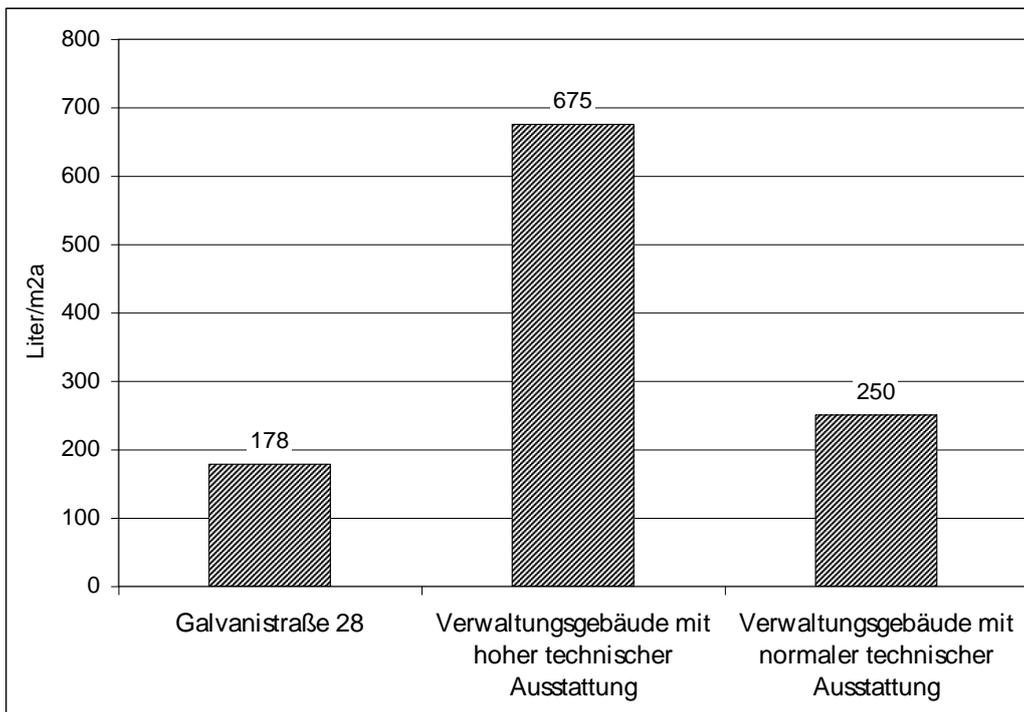
Anhand der Analyse des Verbrauchs des Gebäudes ergaben sich fast automatisch Handlungsfelder für erste Umsetzungsmaßnahmen zur Energie- und Wassereinsparung. Diese Maßnahmen können in technische und organisatorische Maßnahmen unterschieden werden. Bei den technischen Maßnahmen handelt es sich hauptsächlich um investive Maßnahmen, bei den organisatorischen Maßnahmen ging es darum, alte Verhaltensmuster aufzubrechen oder einfach an sparsame Verhaltensweisen zu erinnern. Im Folgenden werden exemplarisch je drei technische und drei organisatorische Maßnahmen in einer Art Steckbrief vorgestellt.

- Seit September 2000 versieht ein Miniblockheizkraftwerk (BHKW) im Keller der Liegenschaft seinen Dienst. Pünktlich zu Beginn der Heizperiode liefert dieser „Kraft-Zwerg“ dem Umweltamt/Energierreferat der Stadt Frankfurt nicht nur behagliche Wärme und elektrischen Strom. Er wird auch noch den Etat um durchschnittlich etwa 2.000 DM jährlich entlasten. Interessant und zur Nachahmung empfohlen: die Fi-

² ages gmbH, Verbrauchskennwerte 1999. Energie- und Wasserverbrauchswerte in der BRD, 3. Aufl. München 2000, <http://www.ages-gmbh.de>.

finanzierungsmethode. Durch so genanntes internes Contracting mit der Abteilung Energiemanagement des Hochbauamts wird es städtischen Liegenschaften in Frankfurt am Main ermöglicht, in gleichmäßigen Raten Investitionen in rentable und umweltschonende Projekte zu tätigen, ohne den eigenen Haushalt auf einmal mit der vollen Investitionssumme zu belasten. Diese Finanzierungsmöglichkeit besteht auch für den Bereich der Privatwirtschaft. So bietet auch das Energieversorgungsunternehmen die Möglichkeit an, ohne Eigenkapitalmittel in effiziente und rentable Projekte zu investieren.

Abbildung 6: Wasserverbrauchskennwerte*



*Quelle: Darstellung Gerd Prohaska.

- Das Problem ist allgegenwärtig. Trotz ausgeschaltetem Kopierer (Schalter am Gerät) zeigt das Strommessgerät eine Leistungsaufnahme an. Laut Angaben des (Kopier-)Geräteherstellers wird damit das Papier trocken gehalten: eine Maßnahme, die in einem normal temperierten Bürogebäude nicht notwendig ist und dementsprechend Kosten verursacht. So liegt es nahe, diesen Verbrauch außerhalb der Bürozeiten zu unterbinden. Der hier vorgestellte Memo Switch funktioniert dabei wie eine Mischung aus Zeitschaltuhr und Bewegungsmelder. Kommt es längere Zeit zu keiner Aktivität vor dem Kopierer, wird der Strom (und damit der Standby-Verbrauch) unterbrochen. Der Stromspareffekt ist beachtlich. Einer der im Jahr 1999 verwendeten Kopierer hatte einen Stand-By-Verbrauch von etwa 80 Watt. Es wurden auch Geräte mit bis zu 150 Watt gemessen. Die Abbildung 7 zeigt, dass mit dem Memo Switch nachts und am Wochenende der Verbrauch auf null zurückgeht. Der Gesamtverbrauch in einer Woche (in der Abbildung 7 als kumulierte schwarze Kurve dargestellt) verringert sich von 21 kWh auf 13 kWh – Stromeinsparung 40 Prozent, im Jahr rund 400 kWh! Bei

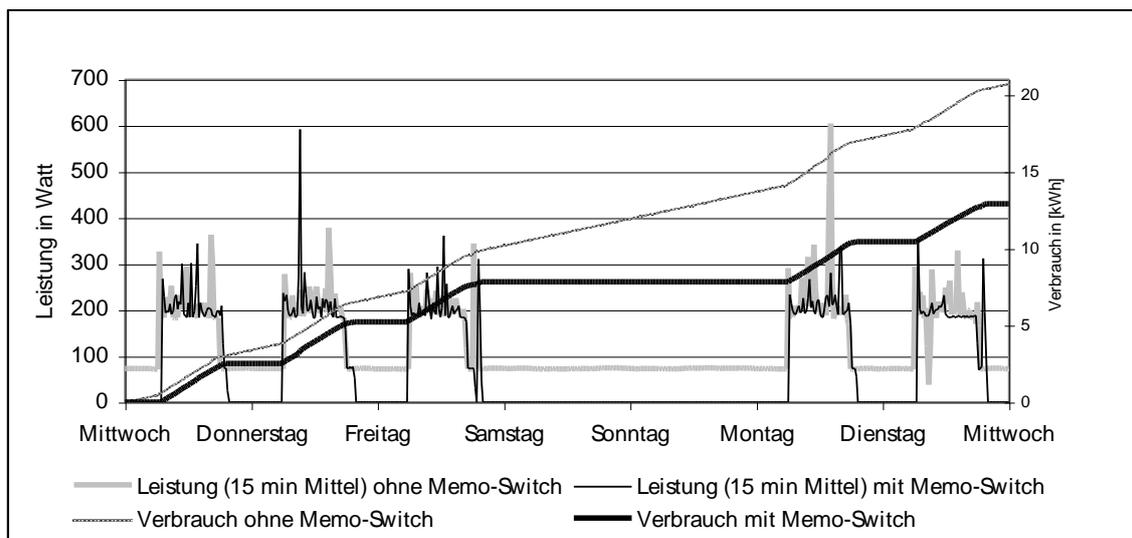
Anschaffungskosten von etwa 200 DM brutto rechnet sich das Gerät schon in zwei bis drei Jahren.

- n Moderne Bürogeräte wie PC's, Drucker, Scanner, Monitore usw. haben neben vielen positiven Eigenschaften häufig den Nachteil, dass sie nicht mehr vollständig vom Netz trennbar sind. Bei der überwiegenden Anzahl der betrachteten Arbeitsplätze wurden aufgrund der Gerätekonfigurationen ein Stand-By-Verbrauch um die zwölf Watt ermittelt. Geht man davon aus, dass ein durchschnittlicher Büroarbeitsplatz an 221 Tagen im Jahr neun Stunden genutzt wird sind das 1.989 Stunden. Anders ausgedrückt: An 6.771 Stunden (8.760 minus 1.989) stehen die Geräte herum und produzieren Verluste. Diese Verluste lassen sich:

- s in kWh ($6771 \text{ h} * 12 \text{ W}/1000 = 81,2 \text{ kWh}$),
- s in DM ($81,2 \text{ kWh} * 0,3 \text{ DM/kWh} = 24 \text{ DM}$),
- s in CO₂ ($81,2 \text{ kWh} * 0,688 \text{ kg/kWh} = 55,9 \text{ kg CO}_2$)

pro Jahr ausdrücken. Sie lassen sich durch abschaltbare Steckerleisten auch ohne Komfortverlust vermeiden; Kostenpunkt z.B. 6,95 DM je Stück. Allein in der beschriebenen Liegenschaft wurden über einhundert Arbeitsplätze mit derartigen Steckerleisten nachgerüstet.

Abbildung 7: Stromverbrauch eines Kopiergeräts*



*Quelle: Darstellung Gerd Prohaska.

Neben rein technischen Maßnahmen haben auch so genannte organisatorische Maßnahmen Erfolg:

- n Wechsel des Stromtarifs,
- n Grundpreisersparnis durch Abschalten des 2. Heizkessels (228 kW),
- n Abschalten der Pflanzenlampen in den Foyers,
- n Abschalten der dezentralen elektrischen Warmwasserbereiter in den Toiletten,

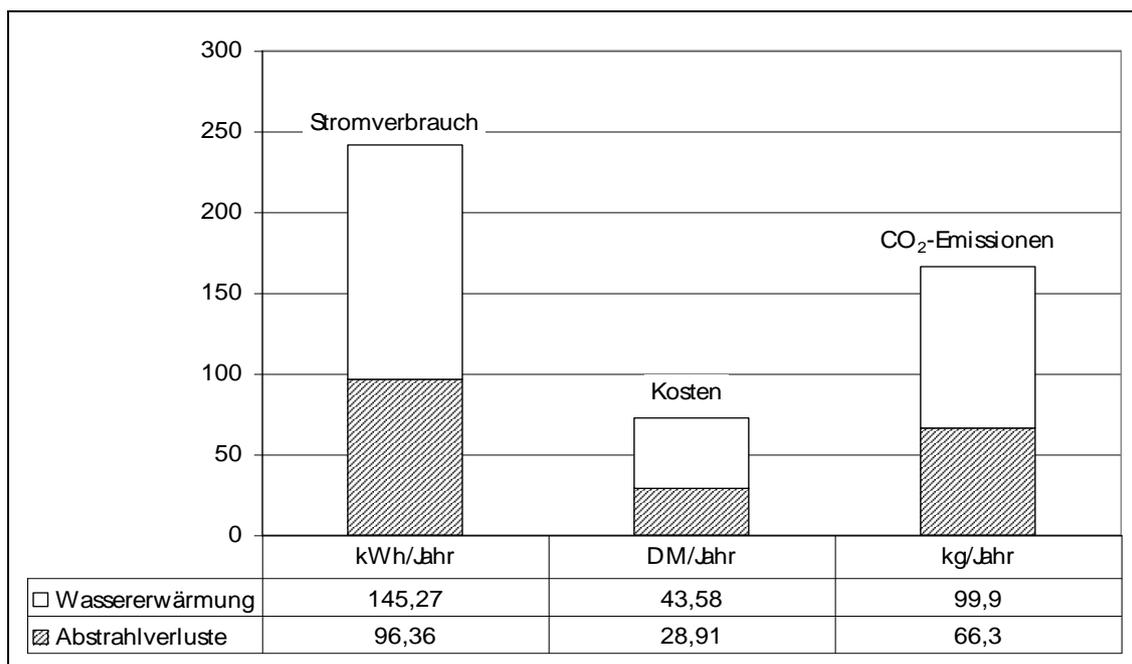
- „ Personalkauf Wasserspararmaturen,
- „ Rundmails zu aktuellen Energiethemen.

Viele dieser Maßnahmen lassen sich zwar nicht in Mark und Pfennig (Euro und Cent) ausdrücken wie zum Beispiel Aushänge und Rundmails zu Energie- und Wasserthemen, andere sparen „nur“ Kosten ein, wie z.B. Tarifwechsel, einige sparen sowohl Kosten als auch Energie und Wasser. Allen gemeinsam ist, dass sie, anders als die technischen Sparmaßnahmen, bedingt durch den Dialog mit den Gebäudenutzern für den Energiebeauftragten sehr zeitintensiv sind.

Bei der Suche nach versteckten Verbrauchern übersieht der Sucher häufig die offensichtlichen. Wie in vielen Bürogebäuden werden zu Dekorationszwecken häufig Pflanzensensibles durch künstliche Beleuchtung am Leben gehalten. Wichtig zur Entscheidungsfindung für oder wider ist neben den ästhetischen und repräsentativen Gesichtspunkten auch die bloße Reduktion auf die Kosten und die Umweltauswirkungen. Die im untersuchten Gebäude installierten Pflanzenlampen (750 Watt) verbrauchen bei zwölfstündiger Brenndauer 3.285 kWh; Kostenpunkt 980 DM, 2.260 kg CO₂-Emission pro Jahr. Weiterhin sollte der Entscheider bedenken, dass dieser Zustand womöglich Jahrzehnte andauert hat und womöglich Jahrzehnte fortauern wird – mit allen Kosten und den Emissionen.

Ein besonders ergiebiger Ansatzpunkt zur Kosten- und Emissionsvermeidung ist die Stilllegung nicht benötigter dezentraler elektrischer Warmwasserbereiter. Ein Warmwasserbereiter verbraucht, bedingt durch Wassererwärmung (50 Liter Wasser pro Woche zu 60 Grad) und Abstrahlverluste, etwa 240 kWh pro Jahr. Die Werte wurden durch eigene Messungen bestätigt und decken sich mit Literaturwerten. Diese 240 kWh kosten den Gebäudenutzer bei einem Strompreis von 30 Pf etwa 72 DM pro Jahr. Zusätzlich werden rund 160 kg CO₂ pro Jahr emittiert.

Abbildung 8: Ein elektrischer Warmwasserbereiter verursacht ...*



*Quelle: Darstellung Gerd Prohaska.

Insgesamt wurde für das betrachtete Gebäude die Stilllegung von 28 Warmwasserbereitern in den Toiletten betrachtet. Die Realisierung dieser Maßnahme würde eine jährliche Kostenersparnis von etwa 2.000 DM und eine CO₂-Reduktion von rund 4.600 kg CO₂ ergeben.

In Tabelle 1 werden Maßnahmen, die in der betrachteten Liegenschaft bisher realisiert oder geplant worden sind, bilanziert. Als absehbarer Zeitraum wurden hierfür zehn Jahre gewählt.

Tabelle 1: Auswirkungen realisierter und geplanter Maßnahmen*

Maßnahmen	Energieeinsparung in kWh/10 Jahre	Finanzielle Einsparung in DM/10 Jahre	CO ₂ -Einsparung in kg CO ₂ /10 Jahre
Änderung der Stromtarife	0	27.150	0
BHKW Umweltamt	0	25.300	117.700
Bewegungsmelder Aufzugslampen	30.470	9.141	20.966
Pflanzenlampen	36.135	10.846	24.860
Separate Verbrauchserfassung	0	0	0
Abschalten Untertischspeicher (in Toiletten)	74.415	22.330	51.194
Bewegungsmelder Keller	0	0	0
Hydraulischer Abgleich, Pumpenregelung	0	0	0
Personalkauf Wasserspararmaturen	0	0	0
Kopierer: Vermeidung Leerlaufverluste	27.225	8.151	18.731
Steckerleisten	89.430	26.400	60.500
Abgassperreklappe	0	0	0
Abschaltung Kessel	0	48.400	0

*Quelle: Zusammenstellung Gerd Prohaska.

Zusammenfassend betrachtet ist die Tätigkeit eines Energiebeauftragten für ein Gebäude eine durchaus interessante und sinnvolle Tätigkeit. Immense Einsparpotenziale sind sowohl kosten- wie auch emissionsseitig durch zum Teil einfache Maßnahmen zu erzielen. Allerdings reicht es von Seiten der Kommune nicht, einfach nur einen engagierten Idealisten einzusetzen, der möglichst „nebenher“ teilweise jahrzehntelange Versäumnisse in der Haustechnik, im Führungsstil und in der Motivation der Mitarbeiter ohne Investitionsmittel ausbügelt.

Um als Energiebeauftragter erfolgreich arbeiten zu können, *muss* auch von Seiten der Politik (Stadtparlament) und der Verwaltungsspitze breite Unterstützung gewährt werden!

Margit Roth

Mit Energie gewinnen – Energiesparprojekt in Kindertagesstätten

In Düsseldorf hat der Rat beschlossen, dass alle öffentlichen Gebäude Energie durch Veränderung des Nutzerverhaltens sparen sollen. Die Verwaltung hat daraufhin das Projekt „Mit Energie gewinnen“ ins Leben gerufen. Die Nutzer von öffentlichen Gebäuden haben hierbei die Möglichkeit, ihren Energie- und Wasserverbrauch durch die Änderung des Verhaltens über mehrere Jahre hinweg zu reduzieren. Sie erhalten 50 Prozent der eingesparten Energie- und Wasserkosten zur freien Verfügung für Sachmittel.

Auch in Kindertagesstätten gibt es Energie- und Wassersparpotenziale, die erschlossen werden können. Diese sind zwar im Vergleich zum gesamten städtischen Energieverbrauch relativ gering, jedoch sind Kindertagesstätten eine wichtige Zielgruppe für das Projekt „Mit Energie gewinnen“, weil Kinder dabei sehr früh in Kontakt mit diesen Themen kommen und ressourcenschonendes Verhalten einüben können. Dieses wird in der Regel auch in die Familien weitergetragen.

Folgende Ziele liegen dem Projekt zugrunde:

- „ Kindern frühzeitig energie- und wassersparendes Verhalten nahe bringen,
- „ Erzieherinnen motivieren und informieren,
- „ Energie- und Wasserverbrauch sowie -kosten senken.

Der Projektablauf war folgendermaßen geplant:

- „ Die städtische Einrichtung erhält das Projektmaterial.
- „ Die Leiterin der Kindertagesstätte trägt die Zählerdaten in das Anmeldeformular ein und sendet es ausgefüllt an das Umweltamt zurück.
- „ Die Erzieherinnen lesen die Zählerstände monatlich selbstständig ab und tragen sie in das Datenblatt ein.
- „ Nach einem Projektjahr sendet die städtische Einrichtung das Datenblatt an das Umweltamt zurück.
- „ Das Jugendamt stellt der Kindertagesstätte nach Prüfung der Unterlagen 50 Prozent der eingesparten Kosten für Sachmittel zur Verfügung.

Tatsächlich lief das Projekt in den Kindertagesstätten jedoch nicht so reibungslos wie geplant. Zu Beginn des Jahres 1998 wurde 30 städtischen Kindertagesstätten angeboten, an dem Projekt „Mit Energie gewinnen“ teilzunehmen. Die Verwaltung hat die Leiterinnen der Einrichtungen zu Beginn des Projekts im Frühjahr 1998 in zwei Informationsveranstaltungen über den Projektablauf in Kenntnis gesetzt. Es wurden hierbei sämtliche Aspekte des Projekts erläutert. Um ihnen weiterführende Tipps und Hinweise zu den Energie- und Wassersparmöglichkeiten und zur Organisation des Projekts in der Einrichtung zu geben, haben die Erzieherinnen die eigens für diese Zielgruppe entwickelte Broschüre „Mit Energie gewinnen“ erhalten. Eine weitere Betreuung der Einrichtungen war zuerst nicht geplant, da kaum personelle Kapazitäten und Haushaltsmittel vorhanden waren.

Im Herbst 1998 hat die Verwaltung den Erzieherinnen der Kindertagesstätten Beratungen und Begehungen vor Ort sowie Workshops zu den Themen Strom, Heizwärme und Wasser in einem Anschreiben angeboten. Um zu erfahren, welche der Einrichtungen Interesse an dem Angebot hat, wurden alle Kindertagesstätten angerufen. Hierbei wurde deutlich, dass acht Leiterinnen die Teilnahme am Projekt aus verschiedenen Gründen ablehnen. In den übrigen 22 Einrichtungen war zwar die Bereitschaft zur Teilnahme vorhanden, jedoch war bisher fast kein Zähler abgelesen und so gut wie keine Einsparmöglichkeit untersucht und ausgeschöpft worden.

Die Vor-Ort-Beratungen und die Gebäudebegehungen bedeuteten in den meisten Kindertagesstätten erst den eigentlichen Startschuss für das Projekt. Unklarheiten wurden beseitigt und Einsparmöglichkeiten im Gebäude aufgezeigt. Außerdem wurden die Zähler abgelesen.

Diese Erfahrungen zeigen, wie wichtig es ist, genau auf die Zielgruppe einzugehen und die Möglichkeiten und Bedürfnisse aufzugreifen, um bei dem Projekt erfolgreich zu sein. Die Erzieherinnen nehmen eine Schlüsselfunktion bei dem Energiesparprojekt ein. Folgende Aspekte charakterisieren die Erzieherinnen und deren Arbeit:

- „ kaum technische Kenntnisse,
- „ kaum Umgang mit Zahlen,
- „ Hauptaspekt der Arbeit: Wohl und Entwicklung der Kinder,
- „ situationsorientierter Ansatz der Arbeit,
- „ Personalmangel in den Kindertagesstätten.

Die Erzieherinnen haben aufgrund ihrer Ausbildung in der Regel kaum technische Kenntnisse und nur wenig Umgang mit Zahlen, so dass z.B. das Ablesen von Zählern oder die Einstellung der Regelung von Heizungsanlagen häufig als schwierig empfunden werden. Hier kann eine Hemmschwelle entstehen, wenn die Verwaltung die Kindertagesstätten bei diesen Projektaufgaben nicht vor Ort unterstützt.

Der Hauptaspekt für die Arbeit der Erzieherinnen ist die Förderung von Wohl und Entwicklung der Kinder. Die Themen Energie- und Wassersparen sowie Umweltschutz im weiteren Sinne stehen üblicherweise nicht im Vordergrund der Arbeit. Außerdem ergeben sich die Themen, zu denen die Erzieherinnen mit den Kindern arbeiten, häufig kurzfristig aus Situationen, auf die reagiert wird (z.B. die Geburt eines Geschwisterkindes, der Tod eines Verwandten usw.). Die Erzieherinnen greifen schließlich die im Jahresverlauf aktuellen Anlässe, wie z.B. Sankt Martin, Nikolaus, Ostern usw. bei der Gestaltung der Arbeit auf. In den Kindertagesstätten ist die Personalsituation häufig problematisch. Dies führt dazu, dass zusätzliche Aufgaben wie das Energiesparprojekt nur schwer durchgeführt werden können.

Bei der Gestaltung eines Energiesparprojekts in Kindertagesstätten sollten außer diesen zielgruppenspezifischen Aspekten noch einige Besonderheiten beachtet werden, die in vielen Einrichtungen eine Rolle spielen:

- „ große Lüftungswärmeverluste durch starke Nutzung des Außengeländes,
- „ Fußbodenheizung mit träger Regelung,
- „ besondere Beleuchtungsanforderungen,
- „ das Vorhandensein eines Konvektomats.

Die Kinder dürfen zu gewissen Zeiten frei entscheiden, ob sie drinnen oder draußen spielen. Dann wird die Außentür häufig geöffnet und es entstehen große Lüftungswärmeverluste. Außerdem werden Kindertagesstätten häufig mit Fußbodenheizung erwärmt. Die träge Regelung erschwert den Erzieherinnen eine optimale Nutzung der Heizenergie. Die Erzieherinnen stellen an die Beleuchtung der Gruppenräume besondere Anforderungen und nutzen daher häufig zusätzlich Halogen-Deckenfluter oder Einzelleuchten für verschiedene Stellen im Raum. Schließlich ist in vielen Einrichtungen ein Konvektomat vorhanden. Dieses elektrische Gerät erhitzt die tiefgefrorenen Mittagessen für die Kinder und hat eine elektrische Anschlussleistung von etwa neun Kilowatt. Die Speisen werden aus hygienischen und praktischen Gründen aus der Tiefkühltruhe entnommen und direkt in den Konvektomat gelegt.

Die Kinder sind die eigentliche Zielgruppe, die über die Erzieherinnen erreicht werden sollen. So stehen die Erzieherinnen vor der teilweise schwierigen Aufgabe, die abstrakten Themen „Heizenergie“ und „elektrischer Strom“ sowie den sparsamen Umgang damit zu vermitteln. Aus einigen Kindertagesstätten der Stadt Düsseldorf kamen Ideen, wie man den Kindern die Themen Energie und Wasser spielerisch näher bringen kann. Folgende Beispiele sind zum Nachahmen geeignet:

- „ Zum Thema Strom
 - „ Strom in der Einrichtung für ein paar Stunden abstellen (Sicherung in bestimmten Räumen lösen); mit Kindern untersuchen, welche Geräte nicht mehr funktionieren; Erfahrung des Mangels; Begrenztheit und sparsamen Umgang mit Strom deutlich machen;
 - „ Lichtschalter mit den Kindern gemeinsam markieren; dazu Farben und Symbole benutzen; diese farbigen Symbole aus Pappe basteln und an die Leuchten hängen, die mit den markierten Schaltern ein- und ausgeschaltet werden können;
 - „ „Energiefahrrad“ zur Stromerzeugung nutzen;
 - „ Geschichten von Strom- und Lichtzwerge erzählen; evtl. solche Zwerge basteln.
- „ Zum Thema Wasser
 - „ Wasser in der Einrichtung abstellen, bevor Kinder Wasser nutzen möchten (z.B. Zähne putzen oder mit Wasser spielen); Mangelenerfahrung; Kindern Wasserknappheit und Sparen erklären; mit Kindern auf die Suche nach Stellen gehen, wo Wasser in der Einrichtung vorkommt bzw. entnommen wird (z.B. Wasserrohre, Wasseruhr, Toilette, Wasserhähne usw.); diese Stellen mit Aufklebern in Form von Wassertropfen markieren; Kinder erinnern sich später durch Aufkleber an diese Aktion und an die Notwendigkeit, Wasser zu sparen.
- „ Zum Thema Heizenergie
 - „ Geschichte von den Wärmezwerge erzählen; evtl. Wärmezwerge basteln;
 - „ Thermostatventile unterschiedlich einstellen und Wärme an Heizkörpern fühlen.

Erfahrungsberichten von Erzieherinnen zufolge sprechen Kinder insbesondere auf Figuren an, die sie in Bezug zu Energie und Wasser setzen können. Beispiele hierfür sind „Knud der Umweltfreund“, „Eta Energisch“ oder Strom- und Wärmezwerge, die in der Materialsammlung (am Ende des Beitrags) erwähnt sind.

Für eine erfolgreich Projektdurchführung in Kindertagesstätten ist es wichtig, die folgenden Aspekte zu beachten:

- „ Projektziel und -ablauf auf Zielgruppen ausrichten,
- „ freiwillige Teilnahme,
- „ persönliches Gespräch/Beratung vor Ort mit Leiterin und im Team führen,
- „ Projektziel und -ablauf deutlich machen,
- „ Gebäudebegehung (inklusive Zählerablesung),
- „ dauerhafte bzw. wiederkehrende Betreuung vor Ort sicherstellen,
- „ Infomaterialien, Exkursionsvorschläge, Literaturhinweise zu pädagogischer Umsetzung mit Kindern geben,
- „ Erfahrungsaustausch zwischen Kindertagesstätten organisieren.

Bei der Gestaltung des Projekts kann überlegt werden, ob eine Zählerablesung von den Erzieherinnen überhaupt durchgeführt werden soll und ob die Einrichtungen für die Teilnahme am Projekt nicht durch Geld, sondern durch die Bereitstellung von Materialien oder z.B. Theateraufführung belohnt werden.

Material für Energie- und Wassersparprojekte in Kindertagesstätten¹

Thema Energie

Hibon, M., und E. Niggemeyer, Spielzeug Physik, Luchterhand-Verlag, Neuwied 1998 (Buch mit Bastel- und Lernmöglichkeiten für Kinder u.a. zu Elektrizität, Wärme, Wasser; ISBN 3-472-034338-6).

Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft e.V., Kindergarten-Paket „Schlauer als der Power-Klauer – Kindergartenkinder sparen Wasser und Energie“ mit der Figur „Eta Energisch“, Frankfurt am Main 2000. Enthält ein Ideenheft für Erzieherinnen, fünf Bastelhefte, ein Poster, ein Etamometer, eine Hörspielkassette, einen Würfel, ein Set Bastelschablonen und 30 Aufkleber (zu beziehen über: Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft e.V., Postfach 700561, 60555 Frankfurt/M., Fax: 069/6304-387 zum Preis von 29,80 DM).

Schächer, Markus (Hrsg.), Mittendrin – Energie – Verwenden statt verschwenden, Wolfgang Mann-Verlag, Berlin 1993 (Sachbuch für Erzieherinnen; ISBN 3-926740-40-X).

¹ Materialauswahl ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Stadtverwaltung Düsseldorf, Umweltamt, Mit Energie gewinnen, Broschüre zur Durchführung von Energiesparprojekten in Grundschulen und Kindertagesstätten, Düsseldorf 1998. (Enthält kurze Geschichten von Wärme-, Strom-, Lichtzwerge; zu beziehen über: Umweltamt Düsseldorf, Brinckmannstraße 7, 40200 Düsseldorf, Fax: 02 11/89-2 90 31).

Walter, Gisela, Feuer, Verlag Herder, Freiburg 1992 (Buch u.a. mit Geschichten, Liedern, Rollenspielen, Bau- und Bastelanleitungen).

Thema Wasser

Deutsche Umwelt-Aktion e.V. (Hrsg.), Marius, die Wasserzaubermaus, Düsseldorf 1993 (Bilderbuch; zu beziehen über: Deutsche Umwelt-Aktion e.V., Heinrich-Heine-Allee 23, 40213 Düsseldorf).

Hoffrage, Henrike, Uschi Sander und Fredon Salehian, Stutzen, Staunen, Stöbern. Spiele mit Knud dem Umweltfreund, Ökotoxia-Verlag, Münster 1998 (Buch und Stoffpuppe zum Preis von 56 DM; ISBN: 3-925169-28-8).

Kohwagner, Gabi, Schau mal: Unser Wasser, Kinderbuchverlag, Luzern 1988 (Fotobilderbuch).

Schneider, Sabine, Winfried Kneip und Wilfried Stascheit, Wasser erspielen und erfahren. Das Element Wasser im Kindergarten, Verlag an der Ruhr, 1990 (ISBN: 3-927279-56-0).

Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (Hrsg.), Der lustige Weg der Wassertropfen, Bonn o.J. (Bilderbuch; zu beziehen über: Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V., Matthias-Grünewald-Straße 1-3, 53175 Bonn).

Walter, Gisela, Wasser, Verlag Herder, Freiburg, 1992 (Buch u.a. mit Geschichten, Liedern, Rollenspielen, Bau- und Bastelanleitungen; ISBN: 3-451-22266-3).

Hans-Wilhelm Hentze

Modellvorhaben zur Energieeinsparung in Krankenhäusern, Sozialeinrichtungen und privaten Dienstleistungsbetrieben der Landeshauptstadt Düsseldorf

Die Stadt Düsseldorf hat im Jahre 1990 ein gesamtstädtisches Energiekonzept erarbeiten lassen, das in den Folgejahren in verschiedenen Teilkonzepten, wie städtische Gebäude, Haushalte, Handwerk und Gewerbe, umgesetzt wurde. 1999 wurde dann mit dem oben genannten Modellvorhaben ein weiterer Baustein des gesamtstädtischen Energiekonzepts abgeschlossen.

Das Modellprojekt gliedert sich in zwei Phasen. In der ersten Phase schrieb die Industrie- und Handelskammer in einer Mailing-Aktion etwa 300 Unternehmen an und bat um Angaben zum Energieverbrauch der von ihnen genutzten Gebäude. In einer Grobanalyse wurden für diese Gebäude Energieverbrauchskennwerte für elektrische Energie und Wärme gebildet und mit Werten energetisch optimierter Gebäude verglichen. Ausgehend von diesem Vergleich wurde das vorhandene Einsparpotenzial für mehrere Branchen des tertiären Sektors abgeschätzt. Auf der elektrischen Seite war ein durchschnittliches Energieeinsparpotenzial von rund 20 Prozent, auf der Wärmeseite von 80 Prozent zu erwarten.

In der daran anschließenden zweiten Phase des Modellvorhabens wurden acht Gebäude bzw. Gebäudekomplexe einer energetischen Feinanalyse unterzogen¹. Diese Gebäude waren:

- „ ein Krankenhaus mit Verwaltungs- und Wohngebäude,
- „ ein Bürohochhaus,
- „ mehrere Büro- und Verwaltungsgebäude (u.a. Banken und Versicherungen),
- „ ein großes Hotel und ein Kulturzentrum.

Diese Gebäude wurden auch bezüglich ihrer Typisierung so ausgesucht, dass sich die Ergebnisse des Modellvorhabens auch auf andere Gebäude ähnlichen Typs übertragen lassen.

Wie im Folgenden beschrieben, sind im Modellvorhaben sind verschiedene Fallbeispiele hinsichtlich ihres Energieeinsparpotenzials dargestellt:

1. Wärme

- „ Austausch der Kesselanlagen in einem Krankenhaus
- „ baulicher Wärmeschutz für ein Verwaltungsgebäude

¹ Die Untersuchung der Stadt Düsseldorf „Pflichtenheft zur Erstellung energetischer Feinanalysen“ kann beim Umweltamt angefordert werden. Tel.: (0211) 89-21068, Fax: (0211) 89-29031, E-Mail: umweltamt@duesseldorf.de.

Wie erwartet, lauten hier die Ergebnisse, dass sich eine Kesselanlage bereits nach vier Jahren amortisiert, während der bauliche Wärmeschutz mit einer Wärmeschutzverglasung und einer Thermohaut erst nach 20 Jahren Amortisationszeit wirtschaftlich tragfähig wird.

2. Aufbau einer Verbund-Kälteanlage für Büro- und Verwaltungsgebäude
Diese Maßnahme ist nur wirtschaftlich zu gestalten, wenn die Kälteerzeugung des Gebäudes, wie es in diesem Fall war, in jedem Fall saniert werden musste. Andernfalls sind die höheren Investitionskosten durch eine Verbrauchskosten senkung nicht zu amortisieren.
3. Kftwärmekopplung
 - „ Einsatz eines BHKW in einem Hotel
 - „ BHKW und Absorptionskältemaschine für Büro- und Verwaltungsgebäude

Im Zuge einer Sanierung der Heizkessel wurde die Realisierung eines Blockheizkraftwerks (BHKW) geprüft. Von der Kostenseite her liegt das BHKW etwa gleich hoch wie die konventionelle Lösung, es besitzt jedoch ökologische Vorteile, die auch im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit für das Hotel genutzt werden können.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen zur Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW und Absorptionskältemaschine) sind nicht wirtschaftlich. Unter den gegebenen Rahmenbedingungen kann der Einsatz einer Kraft-Wärme-Kältekopplung nicht empfohlen werden.

4. Elektrische Antriebe – Austausch von Umwälzpumpen in einem neueren Bürogebäude
Dieses ist eine höchst wirtschaftliche Maßnahme, denn obwohl die meisten der Pumpen noch nicht am Ende ihrer technischen Nutzungsdauer angelangt sind, amortisiert sich die Maßnahme innerhalb von vier Jahren.
5. Beleuchtungsanlagen
 - „ Sanierung der Beleuchtung in einem Bürohochhaus
 - „ Austausch der Flurbeleuchtung in einem alten Verwaltungsgebäude
 - „ Die Sanierung einer Beleuchtungsanlage in einem Bürohochhaus ist mit einer Wirtschaftlichkeit von etwa fünf Jahren günstig, der Austausch der Flurbeleuchtung in einem älteren Verwaltungsgebäude einschließlich Bewegungsmelder ist mit einer Amortisationszeit von unter zehn Jahren nicht zu erreichen.
6. Informations- und Kommunikationstechnik
 - „ Energiesparfunktion von PCs und Monitoren
 - „ Vorschaltgeräte für Laserdrucker
 - „ Anschaffung Energie sparender Geräte

Die Anschaffung Energie sparender Geräte ist in jedem Fall eine wirtschaftliche und ökologisch sinnvolle Maßnahme. Dabei sollte auch auf die Energieeinsparfunktionen geachtet werden, die nicht bei allen Computern vorhanden sind. Vorschaltgeräte für Laserdrucker amortisieren sich nach den vorliegenden Untersuchungen nach etwa sechs Jahren.

7. Regenerative Energien – Installation einer Fotovoltaikanlage auf einem Bürogebäude Erwartungsgemäß ist diese Maßnahme nicht wirtschaftlich. Es geht hier auch mehr um die Aufwertung eines Bankgebäudes durch eine zukunftsorientierte Technik.

Wie kann man ein Unternehmen der Dienstleistungsbranche überzeugen, eine Energiesparmaßnahme durchzuführen?

Der Referent konzentrierte den Workshop im Rahmen des Fachkongresses entsprechend der Vorstellung des Gutachtens (siehe Fußnote 1) auf das Motivationskonzept. Gerade vor dem Hintergrund niedriger Strom- und Energiepreise, wie wir sie über lange Zeit hatten, ist dies nach seinen Erfahrungen der entscheidende Punkt.

Zur Beantwortung der Frage, wie man ein Unternehmen der Dienstleistungsbranche überzeugen kann, eine Energiesparmaßnahme durchzuführen, wurden aus dem Kreis der Workshopteilnehmer verschiedene Vorschläge unterbreitet. Neben der Wirtschaftlichkeit, die das ausschlaggebende Kriterium für die Unternehmen darstellt, sollte der Energieberater auch die Wertsteigerung des Verwaltungsgebäudes und die möglicherweise höhere Lebensdauer des Gebäudes ansprechen. Weitere Gründe, die für alle Dienstleistungsbetriebe gelten, sind eine Komforterhöhung, die zu einer höheren Mitarbeiterzufriedenheit und zu einem geringeren Krankenstand führen kann. Auch eine Leistungssteigerung der Mitarbeiter ist möglich, und die Verwaltungskosten werden reduziert. Danach wurden einzelne Branchen im Workshop bearbeitet.

Folgende Empfehlungen bezüglich der Motivation wurden gegeben:

- Versicherungen:
Bei Versicherungen, die ihr Geschäft mit langfristigen Abschlüssen wie Lebensversicherungen, Ausbildungsversicherungen usw. tätigen, sollten der Zukunftsgedanke, die Zukunftsvorsorge und die Nachhaltigkeit im Vordergrund stehen, das bedeutet langfristige Energieressourcenschonung, Energieeinsparung. Ferner sollte man das Energiesparkonzept in ein generelles Umweltkonzept einbinden, das auch die Beschaffung von Kopierern, PCs, Papier usw. und die Gebäudebewirtschaftung insgesamt umfasst. Hierdurch werden die Verwaltungskosten reduziert, und es kommt zu einer für die Versicherung wichtigen Transparenz der Kostenstruktur.
- Banken und Sparkassen:
Banken sind für uns immer ein Sinnbild für Vertrauensbildung; habe ich kein Vertrauen zu einer Bank, gehe ich dort auch nicht hin. Dieses Merkmal sollte unbedingt in eine Motivationskampagne eingebunden werden, und zwar sollte man bei Banken an ihre Vorbildfunktion appellieren, durch Energie sparende und Umwelt schonende Maßnahmen Vertrauen schaffen zu können und Kunden im Bereich Energieberatung, Finanzierung und Förderung zu betreuen. Ausstellungen im Foyer, Veranstaltungen zu speziellen Förderrichtlinien, technischen oder finanziellen Fragestellungen würden eine Motivationskampagne für die Banken abrunden. Insgesamt können die Geldwirtschaftsinstitute eine viel stärkere Rolle im Bereich der Ressourcenschonung und der Energieeinsparung übernehmen und somit einen wichtigen Partner für die kommunalen Energieberater darstellen.

- „ Hotels:
In Hotels muss ein Gesamtkonzept angeboten werden, das die Themen Abfall, Waschmittelbenutzung, Wärme, Kälte, Beleuchtung, Lüftung und auch den Verkehr, Anfahrt durch öffentlichen Nahverkehr usw. enthält. Einzellösungen zur Energieeinsparung oder nur Abfallverwertung können nicht zielführend sein, da der Kunde nicht durch Teillösungen, sondern durch ein Gesamtkonzept überzeugt werden muss. Im Hotelbereich sehen die Workshopteilnehmer ein großes Potenzial für Gesamtkonzepte im Umweltschutz.
- „ Krankenhäuser, Kurkliniken:
Krankenhäuser, insbesondere auch Kurkliniken besitzen eine große Vorbildfunktion für die Patienten. Dies betrifft nicht nur die Maßnahmen der Kur wie Ernährungsfragen, Bewegung usw., sondern sie können durchweg erweitert werden auf Abfallverwertung, Reinigungsmittel, Energieeinsparung in der Küche und Beleuchtung. Für die Gewinnung von Krankenhäusern zu Energiesparmaßnahmen wird mit einem umfassenden Konzept eine große Möglichkeit gesehen, Energie einzusparen.

Insgesamt gesehen wurde vor übertriebenen Erwartungen gewarnt, da letztendlich die Gefahr besteht, dass doch bei vielen Unternehmen die Kostenseite das durchschlagende Argument sein wird und die vielen anderen Argumente, die im Workshop erarbeitet wurden, möglicherweise nicht ziehen. Dennoch sollte der Versuch unternommen werden, die Dienstleistungsunternehmen bei der Akquisition und Beratung im Energiebereich von der reinen Kostenbetrachtung weg- und auf die hier dargestellten anderen motivierenden Gründe hinzulenken.

Energiemanagement/Gebäudemanagement

Knut Grellmann und Sven Maletzki

Energiecontrolling mit Hilfe moderner Gebäudeleittechnik in der Stadtverwaltung Potsdam

Die Stadtverwaltung Potsdam, insbesondere die Abteilung Gebäudemanagement, hat sich im Rahmen des immer wichtiger werdenden Energiemanagements entschlossen, die Energiekosten zu senken, mittels Installation intelligenter Gebäudeleittechnik die Regelung und Steuerung der haustechnischen Anlagen umzurüsten und gleichzeitig die Erfassung von Verbrauchswerten über ein vom Energielieferanten anerkanntes Fernleitsystem zu integrieren. Damit beschreitet die Stadtverwaltung Potsdam den derzeit modernsten Weg, unterschiedliche Funktionen, wie Steuerung und Regelung von Heizungs- und Lüftungsanlagen, serviceorientierte Anlagenbetreuung, vorbeugende Instandhaltung und gleichzeitiges Energiemanagement, in eine zentrale Leittechnik zu integrieren. Das in Potsdam aufgebaute Leitsystem basiert auf dem Gerätesystem Excel 5000 der Firma Honeywell.

Eine grafische Leitzentrale, die in den Räumen der Stadtverwaltung installiert ist, steuert und überwacht alle bisher angeschlossenen Liegenschaften. Über einen lokalen Zweidrahtbus sind die in unmittelbarer Nähe befindlichen Gebäude der Stadtverwaltung aufgeschaltet. Ein zweiter lokaler Bus realisiert die Aufschaltung des Stadthauses ab der Heizperiode 1999/2000. Externe Liegenschaften, wie beispielsweise die Musikschule und das Amt für Denkmalpflege, sind über Modemverbindungen zur Zentrale geführt. Gegenwärtig sind 13 Liegenschaften mit insgesamt 37 Heizkreisen aufgeschaltet.

Neben den üblichen Funktionen einer Gebäudeleittechnik, die Regelung und Steuerung von haustechnischen Anlagen, wurde besonderer Wert auf die automatisierte Erfassung von Energieverbrauchsdaten gelegt. Da diese Datenerfassung im Mittelpunkt des Energiecontrolling steht, konnte die bisher verwendete Impulsaufschaltung von Energiezählern nicht eingesetzt werden. Die Störanfälligkeit dieser Methode würde ein vorrangiges Energiemanagement erheblich erschweren. Deshalb hat sich die Stadtverwaltung zur Aufschaltung von Energiezählern über das M-Bus-Prinzip entschlossen. Dieses System ist störunanfällig, nicht manipulierbar und aktualisiert die Zählerwerte ausreichend schnell. Zählererfassung über den M-Bus sind außerdem für den rechtsgeschäftlichen Abrechnungsverkehr geeignet.

In der derzeitigen Ausbaustufe der Gebäudeleittechnik der Stadtverwaltung Potsdam sind vorrangig in allen Gebäuden die M-Bus-fähigen Wärmemengenzähler integriert. In den nächsten Monaten werden darüber hinaus die Wasser- und Elektrozähler über das genannte Prinzip aufgeschaltet. Damit ist eine komplette Erfassung aller Energieverbraucher realisiert. Kopplungsmöglichkeiten zwischen Energieverbrauchserfassung und Regelungs- und Steuerungsstrategien gestatten im Ergebnis ein energieoptimales Betreiben der angeschlossenen Häuser.

Beim Stadthaus Potsdam wird derzeit die Erweiterung des Gebäudeleitsystems auf die Lichtsteuerung dieses Gebäudekomplexes über LON-Bussysteme geprüft. Lichtschaltungen könnten damit entweder programmabhängig oder manuell von der Zentrale gesteuert und überwacht werden. Es wäre dann möglich, den Elektroenergieverbrauch nicht nur zu erfassen, sondern auch nachhaltig zu beeinflussen.

Neben dieser beschriebenen Hauptaufgabe der Gebäudeleittechnik sind aus den anfallenden Daten weitere Effekte für die Stadtverwaltung nutzbar. So können beispielsweise die Service-Intervalle von Pumpen- oder Ventilatorenherstellern eingegeben und mit den daraus resultierenden Alarmen eine vorbeugende Instandhaltung an allen betroffenen Aggregaten ausgeführt werden. Eine Statistik der Schaltvorgänge von angeschlossenen Geräten ermöglicht ein frühzeitiges Erkennen von besonders belasteten Funktionseinheiten und damit auch das rechtzeitige Einleiten von angemessenen Gegenmaßnahmen.

Der Nutzen dieses Systems ist natürlich dann am größten, wenn weitere städtische Liegenschaften in das beschriebene Gebäudeleittechniksystem integriert werden. Die systemtechnischen Voraussetzungen dazu sind gegeben. Das System ist nahezu unbegrenzt mit lokalen und externen Liegenschaften erweiterbar.

Weitere Schnitte wurden zeitgleich hergestellt, nämlich

- zum Facility Management, untersetzt durch
 - CAD-Aufmaße aller Gebäude,
 - Personaldatei,
 - Inventurdaten und
 - Raumdatei mit allen technischen Angaben,
- zur Kosten-Leistungs-Rechnung mit monatlichen Rechnungen zur Sicherung der Kostenpräsenz in den Ämtern und als Grundlage einer Budgetierung der Gebäudebewirtschaftungskosten.

Wie sind wir an das Problem herangegangen und welche Ergebnisse wurden bisher erreicht?

Im Rahmen einer öffentlichen Vergabeabsicht wurde unter mehreren Bewerbern dem Angebot der Fischer & Pagel Facilitymanagement GmbH aus Stahnsdorf mit dem Gebäude-Leitsystem „Excel 5000“ der Firma Honeywell der Zuschlag erteilt. Zur regelungstechnischen Betreuung wurde im Rahmen des Contractingvertrags die Firma Mertec verpflichtet.

Die Realisierung wird über ein Refinanzierungsprojekt durchgeführt, das der Stadt die Investitionskosten über die durch das Gebäudeleitsystem eingesparten Energiekosten finanziert. Dieser Weg erspart der Stadt die aufwändige Erstinvestition, belastet den Haushalt nicht und bewirkt zusätzlich, dass die ausführenden Firmen streng nach energiesparenden Gesichtspunkten arbeiten. Nach Ablauf des Vertrags geht die hochwertige Technik ohne zusätzliche Kosten für den Stadthaushalt in das Eigentum der Stadt über.

Die Stadtverwaltung selber ist prozentual an der Energieeinsparsumme beteiligt. Je höher die Energieeinsparung liegt, um so größer ist der Beitrag der Erfolgsbeteiligung.

Die komplette Technik wurde bis zum 30.9.1998 installiert und die einzelnen Liegenschaften Schritt für Schritt bis zum 31.12.1998 an das installierte Gebäudeleitsystem angeschlossen. Der offizielle Start und die Übergabe des Systems erfolgte mit dem 1.1.1999.

Zum Einsatz kommt das grafische Leitsystem der Firma Honeywell AG „XBS“, das die beschriebene Funktionalität umfassend erfüllt und vor allen Dingen nur mit Grundkenntnis-

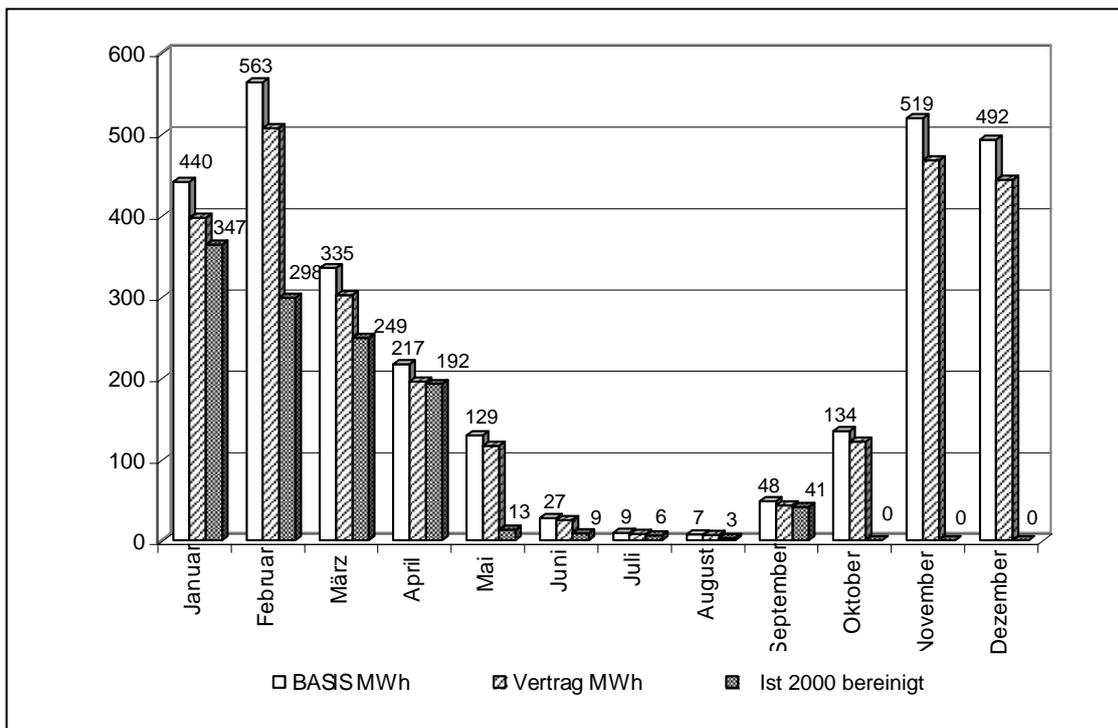
sen „Windows“ ohne weiteres bedienbar ist. Niemand von der Stadtverwaltung musste bei Einführung des Systems zu einem Bedienerlehrgang geschickt werden.

Neben der Leitzentrale in der Stadtverwaltung ist für die 24-Stunden-Überwachung der Anlagentechnik eine abgesetzte Servicezentrale beim Energiemanagement-Vertragspartner in Stahnsdorf mit definierten Eingriffsrechten in das System eingebunden worden. Diese Firma übernimmt neben dem Energiemanagement das Handling des Bereitschaftsdienstes nach Dienstschluss in den angeschlossenen Liegenschaften und führt auch die Grundwartungen auf der Grundlage der jeweiligen VDMA aus. Handling und Grundwartungen sind Vertragsbestandteil und werden somit ebenfalls durch die Energieeinsparung finanziert.

Das System ermöglicht dem Gebäudemanagement der Stadtverwaltung einen ständigen Überblick über den Energieverbrauch und den Anlagenstatus der angeschlossenen Liegenschaften mit zu jeder Zeit abrufbaren schriftlichen Dokumentationen in Form von Texten, Diagrammen oder direkt abrufbaren Zählerständen mit sofortiger Eingriffsmöglichkeit bei Abweichungen/Störungen des Energieflusses.

Die ersten konkreten Ergebnisse liegen seit der offiziellen Inbetriebnahme am 1.1.1999 vor, und es kann gesagt werden, dass die Einsparung deutlich höher liegt als im Vertrag garantiert. Für das Jahr 1999 wurde insgesamt eine Einsparung (Arbeits- und Leistungspreis) von 159.762,22 DM erreicht. Für das Jahr 2000 sind ähnliche Einsparungen zu erwarten (Abb. 1).

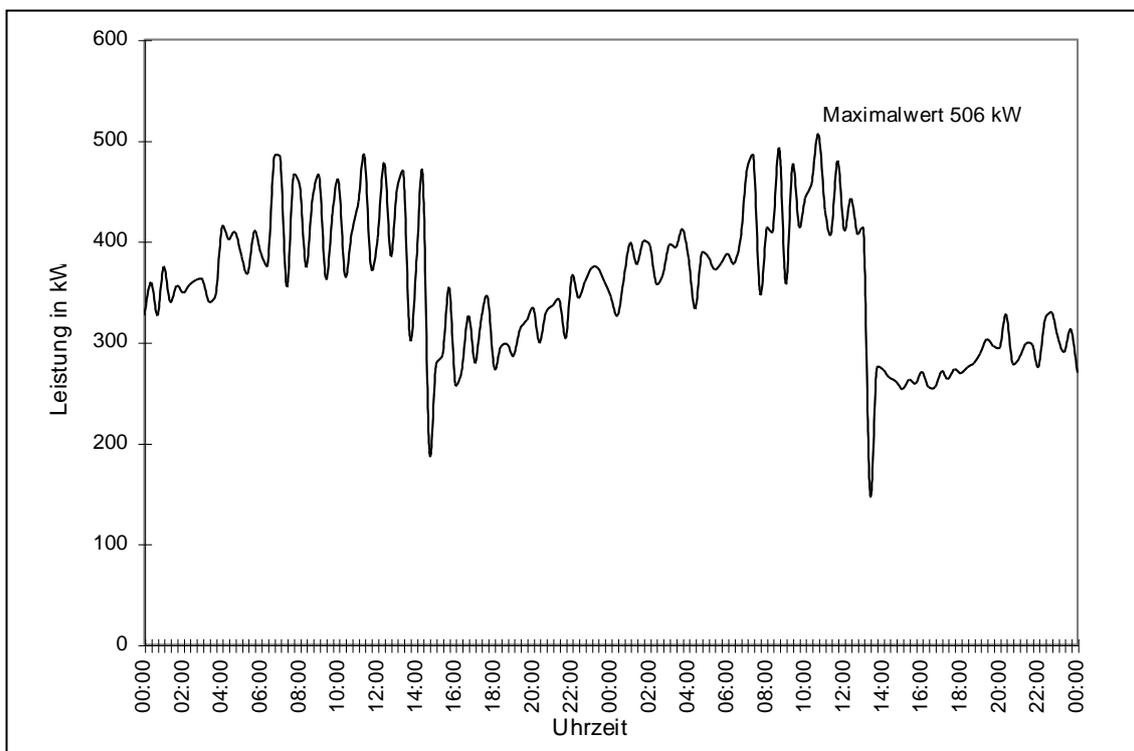
Abbildung 1: Darstellung der Energieeinsparung (nur Arbeit) in der Stadtverwaltung Potsdam, Haus 2, 4, 6, 7, 8, 9/10, 18, 20 im Jahre 2000 (alle Werte in MWh)*



*Quelle: Darstellung Knut Grellmann und Sven Maletzki.

Mit diesem Energiecontrolling, verbunden mit moderner Gebäudeleittechnik, sind auch die tatsächlich notwendigen Momentanleistungen des Wärmebedarfs in Abhängigkeit von der Außentemperatur messbar. Die entsprechenden Werte in den einzelnen Häusern (als Beispiel in Abb. 2: Haus 1 im Winterhalbjahr 1998/1999 [13.2.1999]) wurden zur Grundlage genommen für Verhandlungen mit den Wärmelieferanten zur Senkung der Anschlusswerte um durchschnittlich 30 Prozent (Abb. 3), damit einen weiteren kostensparenden Aspekt erreichend (Abb. 2 und 3). Vertragsgrundlage ist eine Leistung von 860 kW. Der Maximalwert in der Wintersaison 1998/1999 betrug 506,02 kW. Dieser Wert entspricht 65,11 Prozent des Vertragswerts.

Abbildung 2: Momentanleistung Haus 1 vom 11.2.1999, 00:00 Uhr, bis zum 13.2.1999, 00:00 Uhr, (tiefste Außentemperatur: -12 °C)*



*Quelle: Darstellung Knut Grellmann und Sven Maletzki.

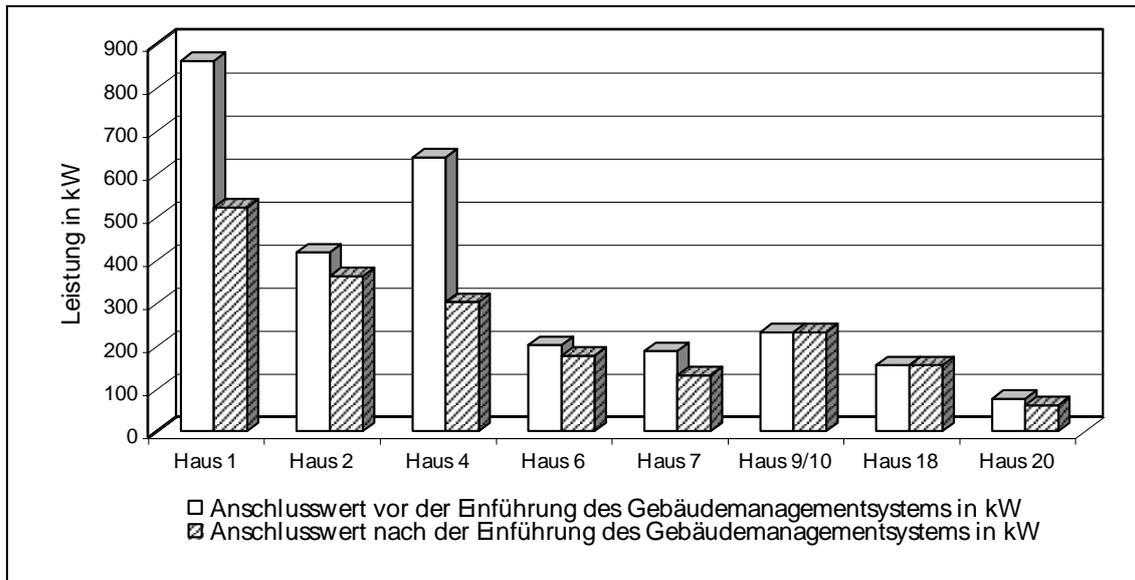
Durch die Einführung des Gebäudemanagementsystems konnte die erforderliche Anschlussleistung der einzelnen Gebäude reduziert werden. Die Anschlusswerte wurden den neuen Erfordernissen angepasst. Die Gesamtreduzierung beträgt 827 kW oder 30 Prozent.

Grundsätzlich ist die installierte Leittechnik mit den bisher in Auftrag gegebenen Liegenschaften aufgrund der zur Verfügung stehenden Datenpunkte in der Leitzentrale bei weitem noch nicht ausgelastet. Da die Leitzentrale sofort für weitere Liegenschaften zur Aufschaltung bereit ist und somit nur noch jeweils vor Ort einer Liegenschaft verhältnismäßig minimale Umrüstarbeiten zum Anschluss an den Leitreechner notwendig sind und dieses, wie vertraglich vereinbart, ebenfalls für die Stadtverwaltung kostenlos ist, sind Entschei-

dungen der Stadt Potsdam für die weitere effektive Nutzung dieses Systems erforderlich. Der Oberbürgermeister hat deshalb bereits im Januar 1999 Festlegungen getroffen, wie weitere städtische Immobilien aus anderen Dezernatsbereichen in dieses Energiemanagement einbezogen werden sollen.

Doch Neues setzt sich bekanntlich nicht im Selbstlauf durch. Viel Hartnäckigkeit und Überzeugungsarbeit sind auch bei uns noch erforderlich, um durchgängig bessere Ergebnisse zu erzielen.

Abbildung 3: Anschlusswerte verschiedener Gebäude der Stadtverwaltung Potsdam*



*Quelle: Darstellung Knut Grellmann und Sven Maletzki.

Rechtliche Aspekte

Wolf-Hagen Pohl und Stefan Horschler

Inhalte und Auswirkungen der neuen Energieeinsparverordnung¹

1. Einleitung

Fossile Energieträger lassen sich im Zeitraum des menschlichen Daseins nicht erneuern; sie sind zu wertvoll, um verbrannt zu werden. Wärmeschutzmaßnahmen sind in diesem Zusammenhang ganz eindeutig ein unverzichtbarer Beitrag zum Umweltschutz; sie sind ein Hauptbestandteil des ökologischen Bauens. Die Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden sind nicht freigestellt, sondern sie sind gesetzlich geregelt. In diesem Zusammenhang sind unter anderem die Regelungen der DIN 4108 mit ihren verschiedenen Teilen sowie die Wärmeschutzverordnung 1995 zu nennen.

Die Anforderungen wurden in den letzten zwei Jahrzehnten immer wieder angehoben. Mit der Einführung der Wärmeschutzverordnung 1995 erfolgte, bezogen auf den Standard von 1982, eine Minderung des Heizwärmebedarfs von Gebäuden von im Mittel 30 Prozent. Der Heizwärmebedarf beschreibt die rechnerisch ermittelten Wärmeeinträge über ein Heizsystem, die im Gebäude zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Raumtemperatur benötigt werden.

Die Wärmeschutzverordnung wird abgelöst durch die Energieeinsparverordnung. Es ist geplant, nach erfolgreicher Billigung durch die entsprechenden Gremien der Bundesregierung Deutschland und der Europäischen Union die Verordnung Mitte 2001 einzuführen.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) soll den Heizenergiebedarf von Gebäuden um rund 25 bis 30 Prozent, bezogen auf den Standard der Wärmeschutzverordnung 1995, reduzieren. Der Heizenergiebedarf umfasst die berechnete Energiemenge, die dem Heizsystem des Gebäudes zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf erzeugen zu können. Das Bemessungsziel ist um den Bereich der Heizungsanlage erweitert worden.

Mit der Energieeinsparverordnung werden erstmals Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz und Anforderungen an die Anlagentechnik bei Gebäuden in einem Regelwerk zusammengefasst beschrieben. Hierdurch ergibt sich für den Planer ein im Vergleich zu früher noch größerer Spielraum bei der Festlegung von Einzelmaßnahmen zur Energieeinsparung, insbesondere auch bei der Festlegung von Wärmedämm-Maßnahmen im Bereich der wärmeübertragenden Umfassungsfläche des Gebäudes.

So besteht eine „Verrechenbarkeit“, indem z.B. die anlagentechnischen Komponenten des Gebäudes (Heizungsanlage, Heizwärmeerzeugung und Verteilungssystem) optimiert werden und dafür im Bereich der wärmeübertragenden Umfassungsfläche Dicken des Wärmedämmstoffes reduziert werden können.

¹ Die Autoren haben diesen Beitrag nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Gleichwohl können inhaltliche und auch technische Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Alle Angaben erfolgen daher ohne Gewähr. Alle Rechte, auch das Recht der Übersetzung, bleiben vorbehalten. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Autors ist es nicht gestattet, diesen Beitrag oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege (Fotografie, Fotokopie, Mikrokopie usw.) zu vervielfältigen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen vorzunehmen.

Bei der Ermittlung des Endenergiebedarfs werden weiterhin auch die den Energieträgern vorgelagerten Prozessketten, das heißt der Energieaufwand für Energieumwandlung und Transport, und auch Hilfsenergien für Pumpen und Regelungseinrichtungen usw. durch speziell ermittelte Anlagen-Aufwandzahlen (e_p) berücksichtigt. Die nachzuweisende Hauptanforderungsgröße ist der Jahres-Primärenergiebedarf.

Neben dem Nachweis des Jahres-Primärenergiebedarfs des Gebäudes sind auch der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust H'_T und spezielle Einzelanforderungen für die Anlagentechnik im Rahmen von Nebenanforderungen nachzuweisen. Beim Nachweis des auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes H'_T ist – dem früheren mittleren k -Wert eines Gebäudes vergleichbar – zu überprüfen, ob speziell bei Ansatz von anlagentechnisch optimierten Planungen durch die Berücksichtigung von regenerativen Energieformen ein „Mindest-Wärmedämmstandard“ eingehalten wird.

Weiterhin werden die Anforderungen für Gebäude im Bestand angehoben. Gegenüber den Regelungen der Wärmeschutzverordnung 1995 werden für einige Bauteilbereiche die maximal zulässigen U -Werte (alte Bezeichnung k -Werte) reduziert. Besonders sei auf die Nachrüstungsverpflichtungen für Decken zu nicht ausgebauten, aber begehbaren Dachgeschossen sowie für Heizungsanlagen verwiesen.

Wichtig dürfte zudem für den Planer auch sein, dass in Abhängigkeit vom Umfang der Ersatz- und Erneuerungsmaßnahmen auch für Gebäude im Bestand ein Energiebedarfsausweis auszustellen ist. Mit der Zusammenführung ergibt sich zukünftig für den „Endverbraucher“, für den Nutzer, eine größere Transparenz der Energieflüsse als bisher. Er kann zukünftig den zu erwartenden Endenergieverbrauch unter normierten Randbedingungen überprüfen, da neben dem Heizwärmebedarf, dem Energieaufwand für die Heizung, auch der Energieaufwand für Warmwasser ermittelt wird. Die Transparenz wird weiterhin durch den zukünftig auszustellenden Energiebedarfsausweis gefördert. Er wird so aufbereitet sein, dass auch Nichtfachleute die Ergebnisse des Nachweises nachvollziehen können.

2. Berechnungsverfahren der Energieeinsparverordnung

Die Energieeinsparverordnung nennt für den Bereich des Neubaus drei Berechnungsverfahren, das Monatsbilanzverfahren und Heizperiodenbilanzverfahren gemäß DIN EN 832 in Verbindung mit DIN 4108-6 und das vereinfachte Nachweisverfahren für Wohngebäude gemäß Rechenvorgang der Energieeinsparverordnung bzw. DIN 4108-6 Anhang D.

Das Bauteilverfahren für kleine Wohngebäude, bei dem für die verschiedenen Bauteile lediglich die geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten nachzuweisen waren, ist zukünftig nicht mehr vorgesehen. Diese Form des Nachweises ist ausschließlich für den Nachweis bei Gebäuden im Bestand vorgesehen.

Das Monatsbilanzverfahren und das Heizperiodenbilanzverfahren gemäß DIN EN 832 bzw. DIN 4108 Teil 6 sind für alle Gebäude anwendbar. Aufgrund der Vielzahl an zu berücksichtigenden Einflussfaktoren werden sich diese beiden Verfahren vermutlich nur

EDV-gestützt in der Praxis umsetzen lassen. Der Jahres-Heizenergiebedarf Q gemäß DIN EN 832 ermittelt sich wie folgt:

$$Q = Q_h + Q_w + Q_t - Q_r$$

Hierbei bedeuten:

- „ Q_h Jahres-Heizwärmebedarf,
- „ Q_w Nutz-Wärmebedarf für Warmwasserbereitung,
- „ Q_t Wärmeverluste des Heizsystems und des Systems zur Warmwasserbereitung einschließlich des Bedarfs an elektrischer Hilfsenergie für Pumpen, Ventilatoren, Brennstoffvorwärmung, Begleitheizungen und sämtliche anderen Einrichtungen, die dem Betrieb der Anlagen zur Raumheizung, zur Lüftung und zur Warmwasserbereitung dienen,
- „ Q_r vom Heizsystem oder Zusatzeinrichtungen aus der Umwelt gewonnene Wärme.

Für Wohngebäude (einschließlich wohnraumähnlicher Nutzung) darf für den öffentlich-rechtlichen Nachweis auch das vereinfachte Nachweisverfahren angewendet werden. Dieses Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass es während der Planung vom Architekten für überschlägige Berechnungen, zum Abschätzen des Jahres-Primärenergiebedarfs gut überschaubar und leicht zu handhaben ist. Eine Computer-Unterstützung ist hier nicht zwingend erforderlich; es bietet sich aber an, bei der Berechnung ein computerunterstütztes Programm zur Tabellenkalkulation zu verwenden.

Der Rechenansatz vereinfacht sich auf die nachfolgende Gleichung:

$$Q_p = (Q_h + Q_w) * e_p$$

Hierbei bedeuten:

- „ Q_h Jahres-Heizwärmebedarf,
- „ Q_w pauschaler Zuschlag für Warmwasserbereitung, $Q_w = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$,
- „ e_p primärenergiebezogene Anlagenaufwandzahl gemäß DIN 4701-10.

Hierbei werden der Jahres-Heizwärmebedarf und ein pauschaler Zuschlag für den Energieaufwand für die Warmwasserbereitung addiert und mit einer primärenergiebezogenen Anlagenaufwandzahl gemäß DIN 4701-10 multipliziert.

Für alle Berechnungsverfahren gelten die im Anhang 1, Tabelle 1 der Energieeinsparverordnung aufgeführten Höchstwerte. Berechnungen haben ergeben, dass der Rechengang gemäß dem vereinfachten Nachweisverfahren aufgrund der im Verfahren vorgesehenen Vereinfachungen bzw. Pauschalisierungen bis zu etwa fünf Prozent höhere Anforderungen ergeben als die beiden anderen Verfahren.

Die Berücksichtigung der Anlageneffizienz kann pauschal mit Hilfe von Angaben in Tabellen der DIN 4701-10 erfolgen. In diesen Tabellen werden Anlagen hinsichtlich der Art des Heizwärmeerzeugers, des Standortes des Kessels (im beheizten oder nicht beheizten Bereich), der Art der Heizwärmeverteilung usw. durch so genannte primärenergetisch bewertete Anlagenaufwandzahlen unterschieden. In Abhängigkeit von den Komponenten der jeweiligen Heizungsanlage können gemäß Rechengang der DIN 4701 die Anlagenaufwandzahlen auch speziell für das jeweilige Bauvorhaben ermittelt werden.

Neben der Berücksichtigung der Anlagenaufwandszahlen dürfte speziell für den Architekten von Interesse sein, dass zukünftig erstmalig bei der Berechnung des Transmissionswärmeverlustes der Einfluss von Wärmebrücken und bei der Ermittlung des Lüftungswärmeverlustes der Dichtheitsgrad des Gebäudes numerisch berücksichtigt werden.

3. Berücksichtigung von Wärmebrücken

Der Wärmedämmstandard eines Hauses wurde bisher nur durch die Wärmedurchgangskoeffizienten, die U-Werte (alte Bezeichnung k-Werte) der Außenbauteile beschrieben, und zwar ohne numerische Berücksichtigung von Wärmebrückenwirkungen. Der U-Wert kann nur Auskunft geben über die wärmetechnische Qualität des „ungestörten“ Bereichs, der Konstruktionen der so genannten Regelfläche. Im Bereich von Anschlüssen und bei Durchdringungen von Bauteilen entstehen immer Wärmebrücken.

Wärmebrücken sind gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) über einen Wärmebrückenzuschlag U_{WB} auf eine der folgenden Arten numerisch zu berücksichtigen:

- a) *Berücksichtigung durch Erhöhung der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{WB} = 0,10$ W/(m²K) für die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche,*
- b) *bei Anwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 Bbl. 2: 1998-08 Berücksichtigung durch Erhöhung der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{WB} = 0,05$ W/(m²K) für die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche,*
- c) *durch genauen Nachweis der Wärmebrücken nach DIN V 4108-6: 2000-00 in Verbindung mit DIN EN ISO 10 211-1: 1995-11 und DIN EN ISO 12 211-2: 2000-[00] (linearisierte Wärmebrückenverlustkoeffizienten).*

Soweit der Wärmebrückeneinfluss bei Außenbauteilen bereits bei der Bestimmung des Wärmedurchlasskoeffizienten U berücksichtigt worden ist, darf die wärmeübertragende Umfassungsfläche A bei der Berücksichtigung des Wärmebrückeneinflusses nach Buchstabe a), b), oder c) um die entsprechende Bauteilfläche vermindert werden.

Anmerkung: Entscheidet sich der Planer für das vereinfachte Nachweisverfahren für Wohngebäude, beschränkt sich die Auswahlmöglichkeit zwischen den oben angegebenen drei Arten auf den Punkt b). Hier müssen Wärmebrücken entsprechend den Planungsbeispielen gemäß DIN 4108 Bbl. 2 berücksichtigt werden.

Bei den beiden anderen Nachweisverfahren (Monatsbilanz- und Heizperiodenbilanzverfahren), die auch für die Berechnung des Heizenergiebedarfs für Wohngebäude benutzt werden dürfen, ergeben sich folgende drei Möglichkeiten:

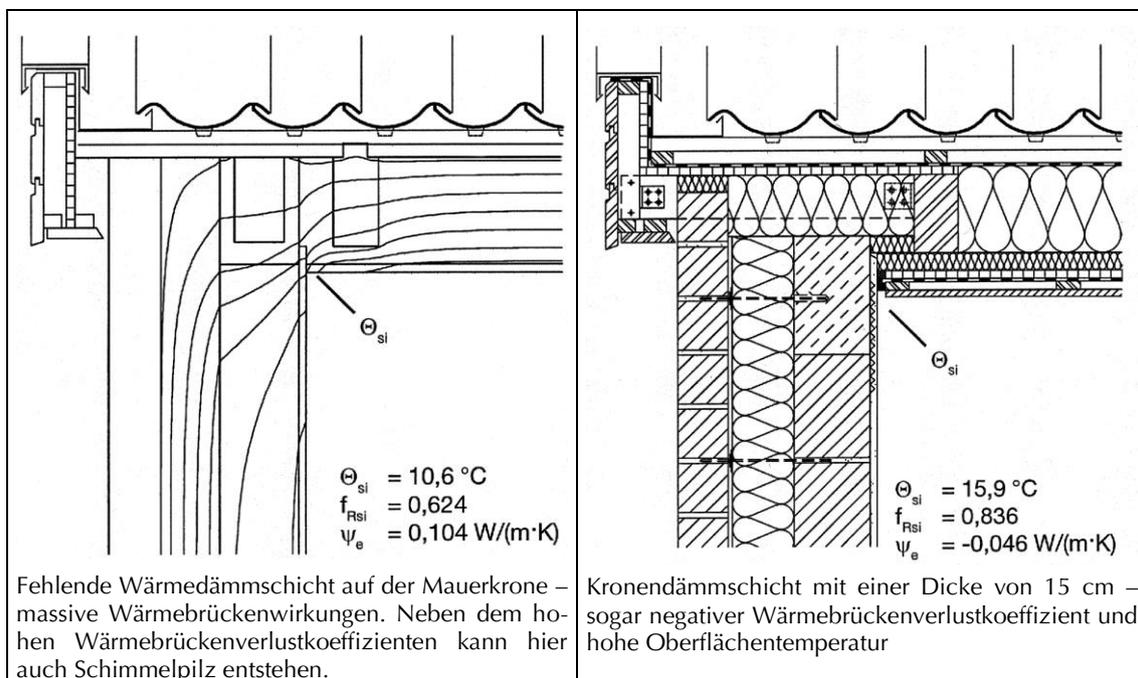
Entscheidet sich der Planer für die Vorgehensweise gemäß Ziffer a), das heißt, er weist keine Maßnahmen zur Minimierung der Wärmebrücken nach, so ist ein Wärmebrückenzuschlag bei der Errechnung des Transmissionswärmeverlustes H_T von $U_{WB} = 0,10$ W/(m²K) auf die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche einzurechnen. Für ein Gebäude mit einem mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten von 0,400 W/(m²K) be

deutet die Einrechnung des U_{WB} -Zuschlags von $U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ eine Erhöhung des Anforderungsniveaus um rund 25 Prozent bezogen auf den Transmissionswärmeverlust H_T .

Die hierdurch hervorgerufenen Wärmedämmmaßnahmen im Bereich der wärmeübertragenden Umfassungsfläche ergeben zwangsläufig einen höheren Investitionsaufwand. Für ein Einfamilienhaus bedeutet die Berücksichtigung der Forderung Kosten von rund 10.000 DM.

Da kein Nachweis der Minimierung von Wärmebrücken erfolgt, besteht weiterhin unter Umständen das Risiko von negativen feuchteschutztechnischen Konsequenzen (Abb. 1).

Abbildung 1: Gegenüberstellung der Ergebnisse von Wärmebrückenberechnungen*



*Quelle: Darstellung Wolf-Hagen Pohl und Stefan Horschler.

Entscheidet sich der Planer für die Vorgehensweise gemäß Ziffer b), so müssen die Anschlusspunkte des speziellen Entwurfes in stofflicher und geometrischer Hinsicht den Planungsbeispielen der DIN 4108 Bbl. 2 (1998-08) entsprechen. Im Beiblatt 2 zur DIN 4108 sind Planungs- und Ausführungsbeispiele dargestellt, welche Maßnahmen zur Minimierung der Wärmebrücken beinhalten. Für ein Gebäude mit einem mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten von $0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ bedeutet die Einrechnung des U_{WB} -Zuschlags von $U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ eine Erhöhung des Anforderungsniveaus um rund 12,5 Prozent bezogen auf den Transmissionswärmeverlust H_T .

Die hierdurch hervorgerufenen Wärmedämmmaßnahmen im Bereich der wärmeübertragenden Umfassungsfläche ergeben zwangsläufig einen höheren Investitionsaufwand. Für ein Einfamilienhaus bedeutet die Berücksichtigung der Forderung Kosten von rund 5.000 DM.

Grundsätzlich gilt, dass bei Einhaltung der in der Norm dargestellten Konstruktionsprinzipien und Wärmedurchgangskoeffizienten andere Ausführungen als gleichwertig eingestuft werden. Hieraus kann sich für den Planer im Einzelfall die Verpflichtung ergeben, die dem Entwurf zugrunde gelegten Anschlusssituationen bei Abweichungen von den Konstruktionsprinzipien der DIN 4108 Bbl. 2 im Hinblick auf die „Gleichwertigkeit“ mit Hilfe von Wärmebrückenberechnungen zu überprüfen.

Entsprechen die Anschlusssituationen des speziellen Entwurfs den Planungsbeispielen des Beiblatts 2 zur DIN 4108 in stofflicher und geometrischer Hinsicht, muss gemäß Entwurf zur DIN 4108-2 (6/1999) kein zusätzlicher Nachweis zur Überprüfung des Risikos einer Schimmelpilzbildung an der Bauteiloberfläche geführt werden.

Entscheidet sich der Planer für die Vorgehensweise gemäß Ziffer c), so müssen für die maßgeblichen Anschlusspunkte so genannte linearisierte, das heißt längenbezogene Wärmebrückenverlustkoeffizienten mit Hilfe eines Wärmebrückenprogramms ermittelt werden. Diese hierbei ermittelten λ -Werte beschreiben den für den speziellen Anschlusspunkt zusätzlich hervorgerufenen Wärmebrückenverlust im Vergleich zum Wärmeverlust, welcher sich durch die beteiligten Bauteilflächen ergibt. Multipliziert mit der speziellen geometrischen Erstreckung ist dann die Summe der Wärmebrückenverluste auf den Transmissionswärmeverlust H_T einzurechnen.

Sind die geometrischen, stofflichen und klimatischen Randdaten im Rechner erzeugt, kann relativ einfach an beliebigen Orten die Temperatur im Bauteilquerschnitt oder an der Bauteiloberfläche abgerufen und somit die Gefahr einer Tauwasserbildung oder einer Kapillarkondensation abgeschätzt werden. Berücksichtigt der Planer wärmebrückenminimierte Anschlusssituationen in seiner Planung, so kann sich im Einzelfall der Wärmebrückeneinfluss auf den Transmissionswärmeverlust auf weniger als zwei Prozent reduzieren. Die Kosten zur Realisierung der optimierten Anschlusssituationen dürften sich je nach Bauweise bei einem Einfamilienhaus etwa zwischen 1.000 bis 2.500 DM belaufen.

Anmerkung: Aus den obigen Ausführungen wird deutlich, dass die Ermittlung so genannter linearisierter Wärmebrückenverlustkoeffizienten für den Planer viele Vorteile bietet. Neben der sicheren Abschätzung der feuchteschutztechnischen Qualität können im Vergleich zur pauschalen Berücksichtigung gemäß Ziffer a) und b) erhebliche Investitionseinsparungen erzielt werden.

4. Maßnahmen zur Minimierung von Wärmebrückenwirkungen und Undichtheiten

Aufstellen eines Wärmedämmkonzepts

Der Wärmedämmstandard eines Gebäudes wird bisher nur durch die Wärmedurchgangskoeffizienten (alte Bezeichnung k-Wert, neue Bezeichnung U-Wert) beschrieben. Der U-Wert kann nur Auskunft geben über die wärmetechnische Qualität des „ungestörten“ Bereichs, der so genannten Regelfläche.

Voraussetzung für eine möglichst große Übereinstimmung zwischen Heizwärmebedarf und Heizwärmeverbrauch ist, dass der Wärmeschutznachweis korrekt geführt wird. Nach Auswertung von rund 500 Wärmeschutznachweisen im Zusammenhang mit verschiedenen Forschungshaben kann festgestellt werden, dass eine Reihe von typischen Fehlern

immer wieder unter anderem auch bei der Ermittlung der U-Werte auftreten. Oftmals führen diese Fehler dann auch zu einer mangelhaften Ausführung. In besonders ungünstigen Fällen können hierdurch nennenswerte zusätzliche Heizwärmeverluste im Vergleich zu einer korrekten, das heißt dem Stand der Technik entsprechenden Ausführung auftreten.

Neben den in Abbildung 1 dargestellten Mängeln treten weiterhin auch im Bereich von Anschlüssen und bei Durchdringungen von Bauteilen, das heißt in Bauteilsituationen mit Wärmebrückenwirkungen, Mängel auf.

Wärmebrücken sind örtlich begrenzte Störungen in Bauteilen. Sie können bezüglich der Form punktförmig, linienförmig oder flächig auftreten. Diese Störungen verursachen eine Abweichung der Isothermen (Linien gleicher Temperatur) vom oberflächenparallelen Verlauf im ungestörten Bauteil. An der Innenoberfläche entstehen niedrigere Temperaturen, und sie bewirken weiterhin einen erhöhten Wärmestrom.

Zwei Arten von Wärmebrücken werden hier hervorgehoben:

- materialbedingte (stoffliche) Wärmebrücken,
- geometrisch bedingte Wärmebrücken.

Geometrisch und stofflich bedingte Wärmebrücken können jeweils isoliert auftreten, häufig wirken sie jedoch an einem „Ort“ zusammen. Im Folgenden soll die prinzipielle Wirkungsweise der jeweiligen Wärmebrücke erläutert werden.

Materialbedingte Wärmebrücken: Sie entstehen, wenn in einem Außenbauteil aus Baustoffen mit kleiner Wärmeleitfähigkeit Bauteile mit wesentlich größerer Wärmeleitfähigkeit in Richtung des Wärmestroms nebeneinander vorhanden sind. Dieser Wechsel kann innerhalb einer oder mehrerer Bauteilschichten erfolgen. Diese Wärmebrücken entstehen häufig bei Stabwerkskonstruktionen (Holzbalken, Stahlprofile, Betonstützen usw.) oder bei Verbindungsmitteln (Schrauben, Nägel, sonstige Metallprofile), die tief in Bauteile eingelassen werden bzw. sogar einige Schichten durchstoßen. Die materialbedingte Wärmebrücke wird neben den geometrischen Verhältnissen auch von den stofflichen Eigenschaften beeinflusst.

Geometrisch bedingte Wärmebrücken: Sie entstehen immer dann, wenn die wärmeabgebende Oberfläche größer ist als die ihr zugeordnete wärmeaufnehmende Oberfläche. Diese Wärmebrücken entstehen z.B. bei Außenecken. Bei der Außenecke eines Gebäudes steht einer größeren Auskühlfläche (äußere Begrenzung der Ecke) eine kleinere Erwärmungsfläche (innere Begrenzung der Ecke) gegenüber. Diese geometrische Situation führt zu einer Verzerrung des Wärmeflusses und damit zu einer Verzerrung der Isothermen. Dies trifft sowohl für einschichtige als auch für mehrschichtige Bauteile zu. Sehr oft wirken stoffliche und geometrische Gegebenheiten an einem „Ort“ zusammen.

Wärmebrücken in realen Situationen

Mit steigendem Wärmedämmstandard wachsen die bei *bestimmten* Wärmebrücken (besonders bei Durchdringungen, siehe Abb. 2 und 3) hervorgerufenen „speziellen Wärmeverluste“, relativ gesehen, stark an. Daher ist ein besonderes Augenmerk auf das Minimieren von Wärmebrücken zu richten, will man die prinzipielle Leistungsfähigkeit hoch ge-

dämmter Konstruktionen der Niedrigenergiehaus-Bauweise nicht nur auf dem „Papier“, sondern auch in der Realität erreichen.

Nachfolgend wird für den Wohnungsbau dieser Einfluss bei Mauerwerkskonstruktionen anhand eines Beispiels genauer numerisch untersucht. Für das Beispiel wurden folgende Anschlusspunkte gewählt:

- Sichtmauerwerk mit Kerndämmung an ein geneigtes Dach und
- Innenwand, die in die Dachkonstruktion einbindet.

Beispiel: Spezielle Wärmebrückensituation an den Anschlusspunkten: Außen- und Innenwand/geneigtes Dach – rechnerische Abschätzung

Die Situationen „Anschluss: Giebelwand/geneigtes Dach, Wärmedämmschicht zwischen den Sparren (zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung)“ und „Anschluss: Innenwand/geneigtes Dach, Wärmedämmschicht zwischen den Sparren“ wurden im Hinblick auf den Einbau einer Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone (Maß „x“), Dicke der Wand $s = 0,175 \text{ m}$, $R = 0,99 \text{ W/(mK)}$ rechnerisch untersucht. Der bei gleichbleibendem Berechnungsausschnitt für jede Variante ermittelte Wärmestrom Q gestattet über eine Differenzbildung, den energetischen Einfluss der jeweiligen Maßnahmen rechnerisch abzuschätzen.

Giebelwandanschluss (Abb. 2)

Variante 1 (Basissituation):

ohne Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone, Maß $x = 0 \text{ cm}$

$$Q_{1,1} = 0,665 \text{ W/(mK)}$$

Variante 2 (optimierte Situation):

mit Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone, Maß $x = 15 \text{ cm}$

$$Q_{1,2} = 0,380 \text{ W/(mK)}$$

Differenz der Wärmeströme:

$$Q_1 = Q_{1,1} - Q_{1,2} \text{ W/(mK)}$$

$$Q_1 = 0,665 - 0,380 \text{ W/(mK)}$$

$$Q_1 = 0,285 \text{ W/(mK)}$$

Für ein freistehendes Einfamilienhaus mit folgenden Abmessungen:

Dachfläche $A_D = 170 \text{ m}^2$

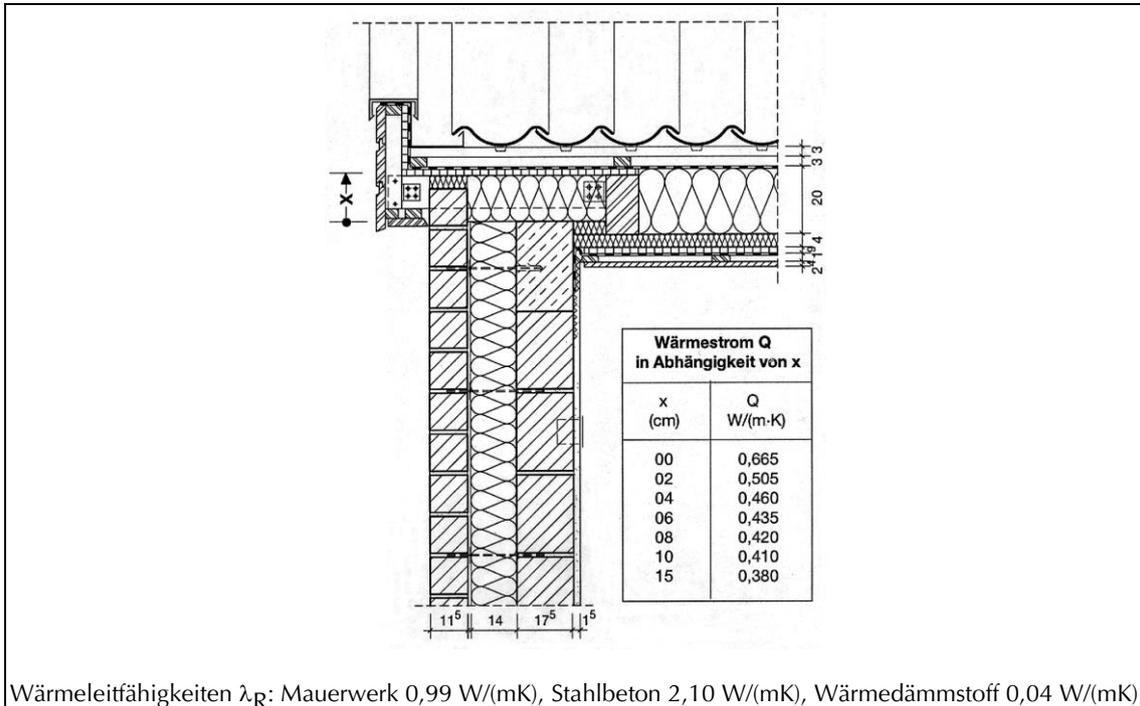
Länge beider Ortgänge $l = 28 \text{ m}$

Länge der Innenwand $l = 14 \text{ m}$

Es ergibt sich folgender Wärmebrücken-Verlustanteil:

$$Q_{T1} = 84 * 0,285 * 28 \text{ kWh/a} \quad Q_{T1} = 670 \text{ kWh/a}$$

Abbildung 2: Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung an geneigtes Dach, Wärmedämmschicht zwischen und unter den Sparren*



*Quelle: Darstellung Wolf-Hagen Pohl und Stefan Horschler.

Innenwandanschluss (Abb. 3)

Variante 1 (Basissituation):

ohne Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone, Maß $x = 0$ cm

$$Q_{2,1} = 0,685 \text{ W/(mK)}$$

Variante 2 (optimierte Situation):

mit Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone, Maß $x = 15$ cm

$$Q_{2,2} = 0,280 \text{ W/(mK)}$$

Differenz der Wärmeströme

$$Q_2 = Q_{2,1} - Q_{2,2} \text{ W/(mK)}$$

$$Q_2 = 0,685 - 0,280 \text{ W/(mK)}$$

$$Q_2 = 0,405 \text{ W/(mK)}$$

Es ergibt sich folgender Wärmebrücken-Verlustanteil:

$$Q_{T2} = 84 * 0,405 * 14 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{T2} = 476 \text{ kWh/a}$$

Summe aus beiden Wärmebrückenwirkungen (Anschluss: Giebel- und Innenwand/geneigtes Dach)

$$Q_{T,D} = Q_{T1} + Q_{T2} \text{ kWh/a}$$

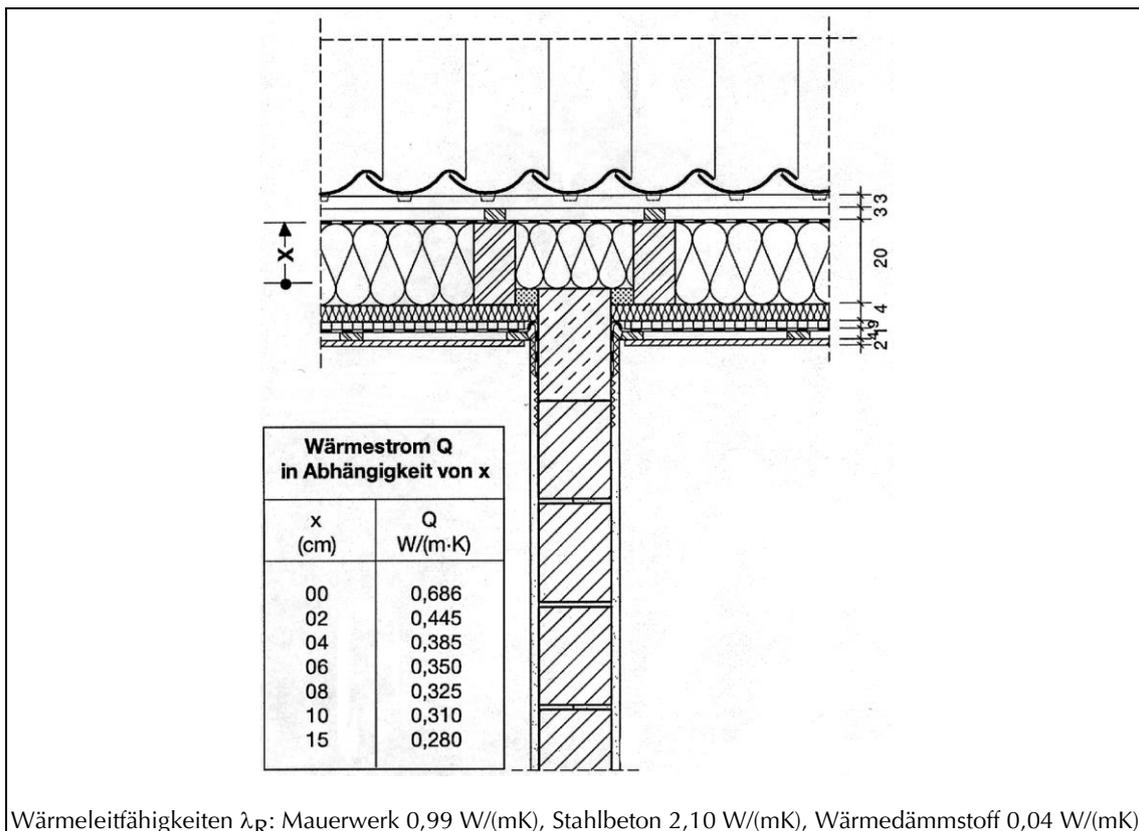
$$Q_{T,D} = 670 + 476 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{T,D} = 1.146 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{T,D} = 1.148 \cdot 0,8 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{T,D} = 917 \text{ kWh/a}$$

Abbildung 3: Mittelwand an geneigtes Dach, Wärmedämmschicht zwischen und unter den Sparren*



*Quelle: Darstellung Wolf-Hagen Pohl und Stefan Horschler.

Die Gegenüberstellung der beiden Situationen mit bzw. ohne Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone ergibt den „zusätzlichen“ jährlichen Transmissionswärmebedarf für den Fall ohne Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone von 917 kWh/a.

Vergleich mit dem jährlichen Transmissionswärmebedarf für die Dachfläche

Zugrunde gelegt wurde ein mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient (Wärmebrückenanteil der Sparren berücksichtigt), U_m -Wert der Dachfläche *ohne* Wärmebrückenwirkungen durch einbindende Bauteile:

$$U_{D,m} = 0,163 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Transmissionswärmebedarf für die Dachfläche $Q_{T,D}$, berechnet gemäß den thermisch-zeitlichen Randbedingungen der Energieeinsparverordnung, gemäß vereinfachtem Nachweisverfahren für Wohngebäude für das Dach (Faktor 66):

$$Q_{T,D} = 66 * U_{D,m} * A_D \text{ kWh/a}$$

$$Q_{T,D} = 66 * 0,163 * 170 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{T,D} = 1.829 \text{ kWh/a}$$

Bezogen auf den jährlichen Transmissionswärmebedarf für das Dach dieses Hauses bedeutet eine fehlende Dämmschicht auf den Mauerkronen eine wärmetechnische Verschlechterung von etwa 50 Prozent! Bei Reihenhäusern mit einer geringeren Hausbreite (Abstand zwischen den beiden „Giebeln“) und gleicher Haustiefe vergrößert sich der prozentuale Anteil erheblich.

Bei einer Hausbreite von 7,5 m (im vorangegangenen Beispiel betrug die Hausbreite 12 m) ergibt sich eine wärmetechnische Verschlechterung von etwa 80 Prozent! Dieses Beispiel soll auch deutlich machen, dass eine weitere Steigerung des Wärmedämmstandards der Regelflächen nur dann sinnvoll ist, wenn in gleichem Maße Wärmebrücken durch planerische und flankierende Wärmedämmmaßnahmen minimiert werden.

Bei Wärmebrückensituationen entstehen nicht nur energetische Problemstellungen, sondern auch feuchtetechnische, das heißt, es kann Tauwasser entstehen bzw. eine Schimmelpilzbildung infolge einer Kapillarkondensation. Diese Folgen einer Fehlplanung können beispielhaft anhand der Isothermenbilder für die unter dem energetischen Aspekt untersuchten Anschlussdetails nachvollzogen werden. Dieses Beispiel ist vom Prinzip auch auf andere Massivbaukonstruktionen zu übertragen. Im Übrigen wird auf die Literatur und auf das Beiblatt 2 zur DIN 4108 verwiesen.

Berücksichtigung der Gebäudedichtheit

Bei der Ermittlung des Jahres-Heizwärmebedarfs im Rahmen des Wärmeschutznachweises gemäß Energieeinsparverordnung darf erstmals das Ergebnis einer Messung zur Überprüfung des Dichtheitsgrads des Gebäudes numerisch mit berücksichtigt werden. Die Reduzierung darf jedoch nur angesetzt werden, wenn sichergestellt wird, dass die geforderten Grenzwerte eingehalten werden:

„2. Nachweis der Dichtheit des gesamten Gebäudes

Wird eine Überprüfung der Anforderungen nach § 5 Abs. 1 durchgeführt, so darf der nach ISO 9972 bei einer Druckdifferenz zwischen Innen und Außen von 50 Pa gemessene Volumenstrom – bezogen auf das beheizte Volumen – bei Gebäuden

n ohne raumluftechnische Anlagen 3 h^{-1} und

n mit raumluftechnischen Anlagen 2 h^{-1}

nicht überschreiten.“²

2 Referentenentwurf zur Energiesparverordnung.

Anmerkung: Die im Referentenentwurf angegebenen Grenzwerte können sich durchaus noch verändern. Hinsichtlich der Luftwechselrate sind auch Angaben in der Vornorm DIN 4108 Teil 7 und auch im Bundesanzeiger vorhanden.

Im Hinblick auf die numerische Berücksichtigung des Dichtheitsgrads des Gebäudes bei der Ermittlung des Lüftungswärmebedarfs darf die Luftwechselrate „n“ verändert werden.

Folgende 2 Fälle können hierbei unterschieden werden:

- Fall 1: Gebäude ohne Dichtheitsnachweis: $n = 0,7 \text{ h}^{-1}$
- Fall 2: Gebäude mit Dichtheitsnachweis: $n = 0,6 \text{ h}^{-1}$

Die Reduzierung der Luftwechselrate von $0,7 \text{ h}^{-1}$ auf $0,6 \text{ h}^{-1}$ bedeutet z.B. für ein kleines Einfamilienhaus eine Reduzierung des Lüftungswärmebedarfs von 1.200 kWh/a! Dieses „Einsparpotenzial“ kann z.B. verrechnet werden bei der Festlegung von Wärmedämmstoffdicken im Bereich der Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche.

Achtung: Für den Fall, dass die oben angegebenen Grenzwerte der Energieeinsparverordnung bei der Überprüfung der Gebäudedichtheit überschritten werden und im Nachweis die Reduzierung des Lüftungswärmeverlustes eingerechnet wurde, ergibt sich unter Umständen eine Überschreitung der Anforderungen.

Aus diesem Grund sollten die Planenden auf bewährte, das heißt wenig risikoreiche Dichtheitskonzepte zurückgreifen und den Auftraggeber dahingehend beraten. Die Ergebnisse von etwa 600 Messungen zur Überprüfung der Gebäudedichtheit haben gezeigt, dass bei Überschreitung der geforderten Luftwechsel oftmals auch störende Zugluferscheinungen aufgetreten sind, die dann sehr häufig Anlass zu Auseinandersetzungen zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber waren.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Anforderungen der Energieeinsparverordnung beziehen sich auf den baulichen Wärmeschutz und auch auf heizungs- und raumluftechnische Anlagen. Weiterhin sind erstmals Wärmebrücken im Nachweis numerisch zu berücksichtigen, und der Einfluss der Gebäudedichtheit kann durch die Reduzierung der Luftwechselrate rechnerisch mit in Ansatz gebracht werden.

Beim Konstruieren ergeben sich durch die Berücksichtigung der Anforderungen der Energieeinsparverordnung zahlreiche Konsequenzen. Es wird angeraten, so genannte Wärmedämm- und Dichtheitskonzepte für das Gebäude durch das Planen und Realisieren von Maßnahmen zur Minimierung von Wärmebrückenwirkungen sowie der Sicherstellung der Luft- und Winddichtheit zu entwickeln. Beide Aspekte fallen in den Aufgabenbereich des Architekten.

Versäumnisse oder Abweichungen von den Anforderungen in den Bereichen „Wärmebrücke und Luftdichtheit“ sind nunmehr einfacher als bisher überprüfbar.

Mit der Energieeinsparverordnung werden auch zahlreiche mitgeltende Normen beim Wärmeschutznachweis zu berücksichtigen sein. Für zahlreiche Bauteilbereiche ändern

sich die Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten. Eine intensive Auseinandersetzung auch mit diesen Veränderungen ist dringend geboten.

Die erhöhten Anforderungen im Bereich des Wärmeschutzes sind jedoch nur dann wirksam, wenn die Anforderungen der Energieeinsparverordnung und die der mitgeltenden Normen vor Ort auf der Baustelle fachgerecht umgesetzt und überwacht werden und der Nutzer sich entsprechend energiesparend verhält, das heißt, „richtig“ heizt und lüftet.

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

Dallmann, Heinz

Brandenburgische Energiespar-Agentur,
Potsdam

Döringer, Volker

Umweltbeauftragter des Kreises Berg-
straße, Heppenheim

Eden, Dr. Gerolf

Umweltbeauftragter der Gemeinde
Isernhagen

Feldt, Wilm

Investitionsbank Schleswig-Holstein,
Umwelt- und Energieförderung, Kiel

Geißler, Michael

Berliner Energieagentur GmbH

Götze, Joost

Bauamt der Gemeinde Isernhagen

Gräbel, Roland

Referat für Gesundheit und Umwelt der
Landeshauptstadt München

Grellmann, Knut

Energiebeauftragter der Stadt Potsdam

Hentze, Dr. Hans-Wilhelm

Umweltamt der Stadt Düsseldorf

Hofmuth, Herbert

Hochbauamt der Landeshauptstadt
München

Horschler, Stefan

Universität Hannover, Institut für Bau-
technik und Entwerfen

Hüftlein, Hans-Joachim

Rechtsamt der Stadt Lohr am Main

Köhler, Wolfram

Brandenburgische Energiespar-Agentur,
Potsdam

Linder, Mathias

Hochbauamt der Stadt Frankfurt am
Main

Maletzki, Sven

Geschäftsführer der Mertec Automatisie-
rungsanlagen GmbH

Nawroth, Michael

Gebäudewirtschaft der Stadt Köln

Noldin, Markus

Energiebeauftragter des Landkreises
Rendsburg-Eckernförde

Pinnau, Hendrik

Fachamt für Energie und Immissions-
schutz, Rationelle Energie- und Wasser-
verwendung der Umweltbehörde in der
Freien und Hansestadt Hamburg

Prohaska, Gerd

Energierreferat der Stadt Frankfurt am
Main

Roth, Margit

Umweltamt Düsseldorf

Schmitt, Adam

Energiebeauftragter des Kreises Berg-
straße, Heppenheim

Schnick, Karin

Referat Bauen, Planen, Umwelt und
Stadtwerke der Stadt Hattersheim

