

Projekt Energiemanagement am Psychologischen Institut der Universität Heidelberg: Ein erfolgreicher Fehlschlag

Joachim Schahn



Joachim Schahn

Akad. Oberrat am Psychologischen Institut der Universität Heidelberg. Forschungsschwerpunkte: Erfassung und Förderung von Umweltbewusstsein und umweltbezogenem Verhalten. Interessen: Umwelt und Gesundheit, Lärmwir-

kungsforschung, sozial abweichendes Verhalten, Testkonstruktion. Mitherausgeber von „Umweltpsychologie“.

Zusammenfassung

Als erstes von mehreren Projekten wurde zwischen 2001 und 2003 am Psychologischen Institut (PI) der Universität Heidelberg ein Pilotprojekt zur Energieeinsparung in Universitätsgebäuden durchgeführt. Hierzu liegen mittlerweile aus den Jahren 2004 bis 2006 Daten zur Stabilität der Effekte vor. Es handelte sich um ein Modellprojekt, bei dem der praktischen Anwendbarkeit der Vorzug vor strikter Bedingungskontrolle gegeben wurde. Trotz zahlreicher Probleme (hauptsächlich im Bereich der Erfassung des Energieverbrauchs und in der Interpretation aktueller und früherer Messwerte) konnten im Projektzeitraum etwa 6,5 % Strom und etwa 12,4 % Fernwärme gespart werden. Die Einsparungen erwiesen sich nur in einem Gebäude als langfristig

stabil und waren dort wahrscheinlich vorwiegend auf technische Optimierungen zurückzuführen (z.B. die Aktivierung der Nachtabsenkung bei der Heizungsanlage). Angewandt wurden Maßnahmen, die sich in ein Vierfeld-Schema mit den beiden Dimensionen „zentral vs. dezentral“ und „einmalig vs. wiederholt“ einordnen lassen. Das größte Sparpotential hatten wahrscheinlich Maßnahmen des Typs „zentral/einmalig“ (d.h. eine Person oder wenige Personen müssen ein Mal etwas ändern), am schwierigsten umzusetzen waren „dezentral/wiederholte“ Maßnahmen (viele Personen müssen oft ihr Verhalten ändern), die gleichzeitig weniger Sparpotential hatten. Als klassische Interventionen kamen Information/Motivation und (indirekte) Belohnung zum Einsatz. Die Wirkung einer Rückmeldungskomponente konnte wegen der Schwierigkeiten mit der Verbrauchserfassung nicht wie vorgesehen interpretiert werden. Ein partizipativer Ansatz erwies sich als tauglich zur Generierung von Ideen für Einsparungen; Aktivitäten, die größeren Aufwand erfordern wie die Bildung einer Arbeitsgruppe, kamen nur bei den Studierenden zustande, nicht im MitarbeiterInnenbereich. Von der studentischen Arbeitsgruppe wurden begleitend mehrere kleine-

re Interventionen, Verhaltenserfassungen und eine Befragung über die Projektwahrnehmung durchgeführt.

Schlüsselörter: Umweltschutz, Einstellungen zur Umwelt, Energie, Intervention, Partizipation

Abstract

Project “energy-saving” at the Institute for Psychology (University of Heidelberg): A successful failure

Between 2001 and 2003, as one of multiple projects for saving energy in university buildings, a pilot project was implemented at the Institute for Psychology at Heidelberg University. For years from 2004 to 2006, data for the stability of the effects are available. The focus of the project was more on practicability of measures taken than on strictness of experimental control. Although there were serious problems with the evaluation of energy consumption during the project period and with the interpretation of data prior to the project start, results show that during project time approx. 6.5 % of electricity and approx. 12.4 % of heating energy could be saved; long-term effects could only be observed in one of three buildings. These effects were probably due to technical changes (e.g., temperature reduction of heating during night hours). For producing these changes, measures were used that can be divided into four categories, combining the two dimensions “central/non-central” and “one-shot/repeated”. The potential for energy savings was highest for “central/one-shot”-measures (one person or a few persons have to do something one time only), most difficult to implement and with less potential were “non-central/repeated”-measures (many persons have to do something very often). Information/motivation and an indirect form of reward were used as classical interventions. Feedback was another,

er, but its effect could not be interpreted as planned because of problems with the data about energy consumption. Participation of all members of the Institute for Psychology was successful in generating ideas about how to save energy, but could not trigger high-cost behaviors like participation in a project group among employees. Project groups could only be founded among students; these groups carried out and evaluated some classical interventions, observations of energy saving vs. energy wasting behavior and made interviews about attitudes towards the project.

Key words: environmental attitudes, conservation (environmental behavior), energy, intervention, participation

1 Das Projekt Energiemanagement: Ziele, Anlage und Fragestellung

1.1 Literatur zu Energiesparen in Bürogebäuden und an Universitäten

Energiesparen hat sich im Bereich der psychologischen, verhaltensbasierten Interventionsforschung vor allen Dingen auf den Bereich des Privathaushalts konzentriert (zusammenfassend: Abrahamse, Steg, Vlek & Rothengatter, 2005). Das Verhalten am Arbeitsplatz, ob in der Industrie oder in Bürogebäuden, wurde demgegenüber vernachlässigt. Eine Ausnahme ist die von McClelland und Cook (1980) berichtete Evaluation eines Energiesparprogramms aus den Jahren 1976 und 1977 an der Universität von Colorado. In Unterrichts- und Bürogebäuden der Universität, in Laboren und in Wohnheimen für Studierende konnte nachgewiesen werden, dass durch Info-schreiben der Universitätsleitung und des Gebäudemanagements sowie durch partizipative Aktionen der GebäudenutzerInnen

Einsparungen von durchschnittlich 10,6 % (in Einzelfällen fast 19 %, errechnet aus Tab. 1 in McClelland & Cook, p. 127) im Bereich Elektrizität zustande kommen können. Entgegen der Erwartung waren partizipative Aktionen der NutzerInnen jedoch nicht erfolgreicher als die Maßnahmen der Verwaltung. Siero, Bakker, Dekker und van den Burg (1996) führten in den Niederlanden eine Interventionsstudie in einem Industriebetrieb durch. Dabei erwiesen sich die Setzung eines Einsparziels und insbesondere die vergleichende Rückmeldung der Einsparungen als effektive Interventionsmaßnahmen. Die AutorInnen heben hervor, dass sich die Verhaltensänderungen realisieren ließen, ohne dass sich die Einstellungen bei den Betroffenen gleichzeitig änderten.

Im deutschen Sprachraum intervenierten Kielmann und Matthies (1998) bei MitarbeiterInnen und Studierenden der Universität Bochum, wobei sowohl das Verhalten im Haushalt als auch an der Universität bzw. am Arbeitsplatz von Interesse war. Die Diffusion der Verhaltensweisen über verschiedene Infomedien und über persönliche

Kontakte blieb allerdings hinter den Erwartungen zurück; insbesondere der Einsatz von MultiplikatorInnen war weniger wirksam als gedacht. Staats, van Leeuwen und Wit (2000)

untersuchten die Wirksamkeit von Informationen über Energiesparen bei der Raumheizung in großen Bürogebäuden. Die in vierwöchigem Abstand gegebenen Informationen erwiesen sich als erfolgreich, und die erreichten Verhaltensänderungen waren teilweise bei einer Nacherhebung ein Jahr nach Interventionsende noch nachweisbar. Ebenfalls an der Universität Bochum konnte Griesel (2004) durch eine Interven-

tion erfolgreich Leerlaufverluste beim Stromverbrauch von PCs vermeiden, was zu einem Rückgang des Stromverbrauchs von immerhin sechs bis zehn Prozent führte. Weber (2002) führte in der Schweiz keine Interventionsstudie durch, sondern benutzte repräsentative Daten über den Energieverbrauch von Bürogebäuden und dort getroffene energierelevante Entscheidungen. Ergebnis der Analyse war der Ratschlag, beim Anstreben von Energieeinsparungen weniger das NutzerInnenverhalten zu fokussieren; stattdessen sollte eine Konzentration auf Beschaffungs- und Betriebsentscheidungen erfolgen und besonders bei jenen Personen interveniert werden, die in Planung und Technik Schlüsselpositionen innehaben.

1.2 Was Sie von diesem Bericht erwarten können – und was nicht

Trotz dieser Befunde ist das Problemfeld Energiesparen am Arbeitsplatz aus Sicht der wissenschaftlichen Psychologie weitgehend unerforscht. Diesem Mangel wird auch der vorliegende Bericht nicht abhelfen, denn es handelte sich um ein Praxisprojekt, dessen Ziel es vor allen Dingen war, Erfahrungen mit derartigen Maßnahmen im Bürobereich zu sammeln und festzustellen, ob sich die in Privathaushalten erprobten Maßnahmen auf den Arbeitsbereich übertragen lassen. Daneben gab es noch eine Reihe weiterer Zielsetzungen (s.u.1.3). Erwarten Sie also im Folgenden *keinen Bericht über eine kontrollierte experimentelle Studie*, über ein Feldexperiment mit strenger Bedingungskontrolle. Hingegen erwartet Sie die Schilderung eines umfangreichen Praxisprojekts, bei dem zwar einiges schiefgelaufen ist (daher „Fehl-schlag“) und das vom Ideal eines Experiments mit strikter Bedingungskontrolle weit entfernt ist. Dieser Beitrag liefert jedoch eine Schilderung der praktischen

Das Problemfeld Energiesparen am Arbeitsplatz ist aus Sicht der wissenschaftlichen Psychologie weitgehend unerforscht

Schwierigkeiten, die bei der Durchführung aufgetreten sind und die bei künftigen Projekten nun vermieden werden können. Und trotz aller interpretativen Probleme kann ferner geschlussfolgert werden, dass Energie gespart wurde, und welche Maßnahmen sich dabei prinzipiell als eher sinnvoll bzw. welche als eher untauglich erwiesen haben (insofern „erfolgreich“).

1.3 Hintergrund des Gesamtprojekts

Die Universität Heidelberg ist einer der größten Energieverbraucher in der Stadt: So wurden im Jahr 2005 knapp 38.000 Megawattstunden (MWh, d.h. 38 Mio. Kilowattstunden, kWh)¹ an elektrischem Strom verbraucht; 67.421 Megawattstunden (MWh, absolut)² an Fernwärme mussten für die Raumheizung aufgewendet werden. Dabei sind die Verbräuche des selbständigen Universitätsklinikums und der unabhängigen Pädagogischen Hochschule noch nicht einmal einberechnet. Bei derartigen Verbrauchswerten würden sogar Einsparungen im niedrigen einstelligen Prozentbereich zu deutlichen absoluten Ersparnissen führen. Nun war die Universitätsleitung schon aus Kostengründen immer bestrebt, den Energieverbrauch zu beschränken, wo dies sinnvoll möglich war. Die Maßnahmen waren bis vor einigen Jahren vorwiegend technischer Art, z.B. Verbesserungen an der Wärmedämmung von Gebäuden bei Neu- oder Umbauten, Sanierungen bei älteren oder defekten Heizungsanlagen, oder der Einbau sparsamerer Leuchtstoffröhren oder von Intervallschaltungen bei der Flurbeleuchtung. Solche Maßnahmen sind in der Regel sowohl sinnvoll als auch erfolgreich: Der 1998 für die Jahre 1992 bis 1996 erstellte Energiebericht der benachbarten Pädagogischen Hochschule (PH) Heidelberg z.B. (s. Ott, 2001) weist durch eine konkrete Analyse sowohl bei Strom als auch bei Fernwärme

Einsparpotentiale von etwa einem Drittel auf, und das bei einem Gesamtverbrauch von knapp 228.000 kWh Strom und gut 686 MWh Fernwärme (absolut).

Gibt es bei solchen rein technischen Maßnahmen Probleme, und kann noch etwas darüber hinaus getan werden? Kann etwas getan werden, wenn für die meist kostenintensiven technischen Maßnahmen das Geld fehlt? Bei baden-württembergischen Universitäten besteht zusätzlich das Problem, dass der Kostenträger für Baumaßnahmen (Bauamt, selbständige Landesbehörde) ein anderer ist als derjenige, dem die erzielten Energieeinsparungen kostenmäßig zugute kommen (Universität), auch wenn es sich letztlich immer um Landesmittel handelt. In den letzten Jahren werden zumindest bei Neu- und Umbauten auch Mehrausgaben für energiesparende Technik genehmigt; im konkreten Fall hängt dies vom finanziellen Aufwand der Maßnahme im Verhältnis zum erwarteten Nutzen ab.

Ferner hat sich mittlerweile die Erkenntnis durchgesetzt, dass Erfolge über die gängigen technischen Maßnahmen hinaus nur zu erzielen sind, wenn die NutzerInnen der Gebäude einbezogen werden: Manche technische Maßnahme wie die Nachtabsenkung einer Zentralheizungsanlage funktioniert nicht mehr, wenn sie einmal ausgeschaltet wurde und sich niemand mehr darum kümmert, sie wieder zu aktivieren; Sparmaßnahmen, die Verhaltensänderungen erfordern, müssen auch akzeptiert werden, um wie erwünscht verbreitet angewendet zu werden. Die prinzipielle Wirksamkeit verschiedener *psychologischer Interventionen* zur Reduktion des Energieverbrauchs konnte mittlerweile in der Lite-

Erfolge über die gängigen technischen Maßnahmen hinaus sind nur zu erzielen, wenn die NutzerInnen der Gebäude einbezogen werden

ratur gut belegt werden; diese haben aber oft den Nachteil, dass die angewandten Maßnahmen oft zu aufwändig, zu teuer oder unpraktikabel sind, wenn sie in größerem Maßstab in die Alltagsrealität übertragen werden sollen (Schahn, 1995). Verlosungen, Lotterien, Wettbewerbe, Selbstverpflichtung usw. machen als *Dauermaßnahmen* keinen Sinn, da sie sich abbrauchen und an Wirksamkeit verlieren, mitunter die Zielgruppe sogar eher nerven. Die Alternative „Diffusionstechniken“ (s. z.B. Mosler & Gutscher, 2004) ist noch wenig entwickelt und in der vorliegenden Situation noch gänzlich unerprobt.

Vor diesem Hintergrund wurde im Jahr 2000 von der Universität Heidelberg in Kooperation mit der Stadt Heidelberg der „Arbeitskreis Energiesparen in den Gebäuden der Universität“ gegründet; dessen Ziel ist die Einsparung von Energie (Strom, Wärme- und Kälteenergie) unter Einbeziehung des Verhaltens und der Motivation der Personen, die vor Ort Energie verbrauchen (einen ersten Bericht über das Projekt gab Schahn, 2004). Mitglieder des Arbeitskreises sind verschiedene Beteiligte an der Universität (z.B. VertreterInnen der beteiligten Einrichtungen und Institute, der zentralen Universitätsverwaltung, des Personalrats), das „Agenda-Büro“ der Stadt Heidelberg, das Koordination und Moderation durchführt, sowie die Heidelberger „Klimaschutz- und Energieberatungsagentur (KliBa)“, die ihre technische Kompetenz und Erfahrung mit ähnlichen Projekten beisteuert. Alle Beteiligte koordinieren sich bei regelmäßig stattfindenden Treffen.

Zeitlich versetzt wurden vom Arbeitskreis mehrere Projekte mit unterschiedlichen Schwerpunkten gestartet: Zum einen ein als Pilot fungierendes Projekt am Psychologi-

schen Institut, über das hier berichtet werden soll und das nach einer Vorbereitungsphase von etwa einem Jahr von Mitte 2001 bis Ende 2003 in der aktiven Phase und in den Folgejahren 2004 bis 2006 in der Nachbeobachtungsphase war. Ein zweites Projekt in einem universitären Laborkomplex ist nach längerer Vorbereitung 2005 angelaufen und befindet sich derzeit in der aktiven Phase. Beide Pilotprojekte setzen unterschiedliche Schwerpunkte: Geht es beim Laborbetrieb darum zu prüfen, welche Einsparpotentiale auch in relativ neuen Gebäuden mit sehr hohem, aufgabenbedingtem Energieverbrauch gegeben sind, wenn die Verbräuche sehr differenziert über insgesamt 263 (!) Energiezähler erfasst und rückgemeldet werden können, handelt es sich bei den Gebäuden des Psychologischen Instituts um Altbauten, bei denen neben den energetischen Bedürfnissen eines Bürobetriebs (Heizung und Klimatisierung, Beleuchtung, Beamer, EDV usw.) keine speziellen zusätzlichen Verbräuche anfallen. Der Verbrauch derartiger Institute macht etwa 20 % (Strom) bzw. 25 % (Fernwärme) des o.g. Gesamtverbrauchs der Universität Heidelberg aus. Ein drittes Projekt startete 2007 und findet am Botanischen Institut der Universität statt, wo die Versorgung der Gewächshäuser mit Heizenergie den größten Teil des Verbrauchs verursacht. Die Erfahrungen, die bei den Pilotprojekten gewonnen werden, sollen helfen, die effektiven Strategien später auf die ganze Universität auszudehnen. – Im Folgenden soll lediglich über das abgeschlossene Projekt am Psychologischen Institut berichtet werden. An dieser Stelle soll weiterführend darauf aufmerksam gemacht werden, dass derzeit am Psychologischen Institut der Universität Freiburg ein ähnliches Projekt läuft, über das Informationen im WWW abrufbar sind (<http://www.psychologie.uni-freiburg.de/zentrale.einrichtungen/energieeffizienz>).

1.4 Ausgangslage, Ansatz und Ziele am Psychologischen Institut

Das Gelände des Psychologischen Instituts (PI) liegt mitten in der Heidelberger Altstadt. Es besteht aus drei unterschiedlich großen Gebäuden, die jeweils größtenteils vom PI genutzt werden („Vordergebäude“, 121 Räume, Hauptnutzfläche³ 2335 qm; „Hintergebäude“, 83 Räume, Hauptnutzfläche 2033 qm; Rückgebäude“, 15 Räume, Hauptnutzfläche: 283 qm). Die Gebäude wurden 1850 und 1865 erbaut (Fotos siehe WWW-Seite des PI, oder Schahn, 2004). Auf dem Gelände befinden sich noch ein zweigeschossiges, vermietetes Wohngebäude, ein begrünter Innenhof sowie ein Parkplatz mit ca. 40 Stellplätzen.

Ziel des Teilprojektes war vor allen Dingen das Sammeln von Erfahrungen unter realistischen Alltagsbedingungen; es ging aber auch darum zu erheben, wie hoch das Einsparpotential durch Maßnahmen ist, die vorwiegend auf die Verhaltensebene abzielen. Diese konnten zum einen tägliche, ohne technische Hilfsmittel durchführbare Verhaltensweisen sein, wie z.B. das Zurückdrehen der Heizung vor dem Nachhausegehen, richtiges Lüften oder das Vermeiden von unnötigem Standby-Verbrauch beim Strom. Ins Visier genommen wurden jedoch auch technische Änderungen, die Verhaltensänderungen voraussetzen (was im Folgenden als „energieoptimierter Betrieb“ eines Gebäudes bezeichnet wird), z.B. die Kontrolle der Einstellung der Heizungssteuerung oder der Einbau von Schaltuhren. Ausgenommen waren lediglich größere bauliche Investitionen wie z.B. die Verbesserung der Wärmedämmung des Gebäudes. Das Konzept, mit dem die Veränderungen erreicht werden sollten, war „partizipativ“ (s. Matthies, 2000), d.h. Motivation und Ideen der NutzerInnen der Gebäude sollten

einbezogen werden. Daneben fußte es auf den drei Säulen „Information“ (über sinnvolle Sparmaßnahmen), „Rückmeldung“ (des Verbrauchs und der Einsparungen) und „Belohnung“ (ein Teil der Einsparungen sollte denjenigen wieder zugute kommen, die sie erzielt haben). Damit fanden mehrere Interventionsstrategien gleichzeitig Anwendung, die sich an verschiedene Personengruppen richteten bzw. unterschiedliche Funktionen hatten: Information richtete sich an Personen mit Wissensdefiziten und war ein Prompt für die Vergesslichen; Rückmeldung über die Effekte von Veränderungen sollte zur Verhaltenssteuerung für alle dienen und gleichzeitig Motivationsstrategie für Unmotiviertere sein; Belohnung sollte als Anreiz bei denjenigen wirken, die durch die beiden anderen Interventionstypen nicht erreichbar sind. Kombinierte Interventionsprogramme haben sich ferner bisher als besonders effektiv erwiesen. Die Effektivität der *einzelnen* Interventionschritte sollte jedoch nicht verglichen, sondern lediglich *summativ* evaluiert werden. Wesentlich für die Auswahl der Interventionen war der beschränkte damit verbundene Aufwand. Das Projekt sollte Modell für die ganze Universität sein; sehr aufwändige Interventionen wären realistischerweise kaum in der Breite umzusetzen. Die Beschränkung des Aufwands bezog sich jedoch nur auf die Interventionen selbst, nicht auf die begleitenden Maßnahmen wie die Steuerung des Gesamtprojekts. Einige effektive Interventionen wie z.B. Wettbewerbe oder Vergleiche zwischen verschiedenen Abteilungen oder Fluren konnten mangels geeigneter Erfassungsmöglichkeiten nicht durchgeführt werden; auch dies ist ein Punkt, der zwischen anderen Universitätseinrichtungen in älteren Gebäuden vergleichbar ist. In der Beschränkung des Auf-

Ziel des Teilprojektes war vorwiegend das Sammeln von Erfahrungen unter realistischen Alltagsbedingungen

wands liegt ferner ein Unterschied zu von professionellen Firmen durchgeführten Projekten (siehe z.B. <http://www.energieimpuls.de/>), über die hier jedoch genauso wenig ein Überblick gegeben werden kann wie über zahlreiche kommunalen Projekte.

Der Jahresenergieverbrauch des gesamten Instituts betrug im Mittel der Verbrauchsjahre 1997 bis 2000 (vor dem Projekt) etwa 177.000 kWh Strom und absolut etwa 945 Megawattstunden (MWh) Fernwärme. Die drei Gebäude des Instituts haben keine eigene Wärmeversorgung, sondern sind an das Fernwärmenetz der Stadtwerke Heidelberg angeschlossen; eine Steuerungsanlage für die Wärmeverteilung ist dennoch erforderlich. Witterungskorrigiert (Erläuterung des Begriffs s.u.) belief sich der Fernwärmeverbrauch auf ca. 1.238 MWh. – Die im Folgenden geschilderten Projektdaten und Ergebnisse beschränken sich auf die wichtigsten Sachverhalte; zusätzliche Informationen gibt die Website http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/zentral/projekt_energiesparen/index.html, die noch für einige Jahre zugänglich bleiben wird.

2 Projektverlauf und Maßnahmen

Das Projekt startete zunächst mit einer „technischen Analyse“ (Stern & Gardner, 1981), bei der aus ingenieurtechnischer Sicht (mit Unterstützung der „KliBA“, s.o.) Einsparpotentiale ermittelt und ins Auge gefasst wurden. Im Rahmen des partizipativen Konzepts wurden danach Vorschläge der Institutsangehörigen zur Energieeinsparung gesammelt, die – soweit sinnvoll und praktikabel – in der Folge kontinuierlich umgesetzt wurden. Ferner wurden, ebenfalls im Rahmen des partizipativen Konzepts, durch Studierende im Rahmen von Lehrveranstal-

tungen Befragungen und kleinere klassische Interventionen bei verschiedenen Zielgruppen durchgeführt. Bei allen Maßnahmen wurde darauf geachtet, dass sie jedes andere, vergleichbare Institut bzw. jede Verwaltung *ohne größeren finanziellen Aufwand und im Rahmen der vorhandenen personellen Ausstattung* durchführen könnte. Die Vorschläge aller Beteiligten ließen sich in vier Gruppen gliedern: einmalige Maßnahmen gegenüber Maßnahmen, die kontinuierlich durchgeführt werden müssen; Maßnahmen, an denen nur wenige Personen beteiligt sind, gegenüber solchen, die alle NutzerInnen der Gebäude betreffen. Tab. 1 listet beispielhaft Vorschläge auf, die auch tatsächlich umgesetzt wurden. Die Beispiele in der Tabelle geben auch gleichzeitig die wichtigsten Maßnahmen an, die im Folgenden näher erläutert werden. Insgesamt waren von den Institutsangehörigen 67 Vorschläge gemacht worden; davon erwiesen sich 14 als unpraktikabel (z.B. Gymnastik machen statt zu heizen; mehr zuhause arbeiten). Von den verbleibenden 53 wurden 47 tatsächlich umgesetzt (vollständige Liste siehe WWW-Seite).

2.1 Zentrale Maßnahmen: „Energieoptimierter Betrieb“ der Gebäude

Als wichtigste Maßnahme des Typs „*einmalig / zentral*“ wurden im Bereich der *Heizung* die Schaltzeiten der Heizungssteuerung überprüft. Es zeigte sich, dass im größten der drei Gebäude („Vordergebäude“) die Nachtabsenkung⁴ der Heizungssteuerung einmal außer Betrieb genommen und über Jahre nicht wieder aktiviert worden war. Dies wurde korrigiert, ferner wurden die Schaltzeiten für die Nachtabsenkung optimiert: So wurde an Sonntagen ganztags eine reduzierte Vorlauftemperatur eingestellt, an Samstagen war die Zeit mit Tagbetrieb gegenüber Montag bis Freitag (dort 5 Uhr⁵

Tabelle 1: Kategorisierung von Energiesparmaßnahmen und Beispiele

<i>Wer muss etwas tun?</i> <i>Art der Maßnahme</i>	eine Person oder wenige Personen (zentral)	alle Personen im Gebäude (dezentral)
einmalig	Techniker prüfen die Einstellung der Heizungssteuerung; Aktivierung des Intervallbetriebs für die Flurbeleuchtung nachts und am Wochenende	Austausch von Glühbirnen gegen Energiesparlampen am Schreibtisch; Aktivierung der Energiesparoptionen des Rechners
wiederholt/andauernd	Abschaltung öffentlicher Kopiergeräte außerhalb der Öffnungszeiten; Wiedereinschaltung der Nachtabsenkung der Heizungssteuerung, wenn diese wg. einer Veranstaltung am Abend ausgeschaltet war	Abdrehen der Heizung vor dem Nachhausegehen; Abschalten der EDV-Geräte per Sicherung oder Steckdosenleiste nach Arbeitsende

bis 22 Uhr) jeweils morgens und abends um zwei Stunden reduziert. Über die Weihnachtsfeiertage, ggf. auch über Silvester/Neujahr, wurde ebenfalls von Hand tagsüber die Nachtabsenkung aktiviert. Es fiel auch auf, dass im Vordergebäude außerhalb der Heizperiode der Schieber für die Fernwärme nicht geschlossen wurde. Hierdurch kam es trotz abgestellter Heizung zu einem geringen Verbrauch von einigen Zehntel Megawattstunden pro Monat (außerhalb der Heizperiode!). Im „Hintergebäude“ wurde zuvor der Schieber absichtlich offen gelassen, um einen einzelnen Warmwasserboiler mit Fernwärme zu betreiben. Dieser wurde dann so umgestellt, dass er außerhalb der Heizperiode mit Strom heizt, in der Heizperiode mit Fernwärme. Ferner wurden an Heizkörpern, an denen nur einfache Ventile vorhanden waren, Thermostatventile eingebaut sowie Ventile durch mechanische Fernbedienungen für die BenutzerInnen einstellbar gemacht, wo sie nach Umbauten nicht mehr erreichbar waren. Defekte Ventile wurden erneuert.

Im Bereich des *Stromverbrauchs* wurde als „*einmalig / zentrale*“ Maßnahme im PC-

Raum für Studierende eine Zeitschaltuhr eingebaut, die außerhalb der Öffnungszeiten alle PCs und Drucker vom Netz nimmt. Mobile Kühlaggregate, die bei teilweise geöffnetem Fenster betrieben werden müssen, wurden durch Geräte mit fester Ablufführung ersetzt. Ein Kühlschranks mit einer defekten Dichtung wurde durch ein neues Gerät ersetzt. In allen Gebäuden wurden die Lichtschalter beschriftet, um Fehlbetätigungen zu vermeiden. Vorhandene Intervallschaltungen für Flure wurden aktiviert. Wo dies technisch nicht möglich war, wurden Hinweisschilder angebracht, die um das Ausschalten des Lichts bei ausreichender Helligkeit baten.

Beim Typ „*zentral / wiederholt*“ (d.h. einzelne Personen sind für wiederholte Handlungen verantwortlich) wurde vereinbart, dass im *Heizungsbereich* bei einem Aussetzen der Nachtabsenkung wegen einer Abend- oder Sonntagsveranstaltung auf das Wiedereinschalten geachtet wurde. Vor den Wintersemesterferien wurde in allen nicht genutzten Räumen die Heizung abgedreht, ebenso am Anfang der Heizperiode in ungenutzten Räumen. Im Bereich des Stroms wurden

mehrere vorhandene Kopiergeräte nicht mehr frühmorgens um 6 Uhr durch das Reinigungspersonal eingeschaltet, sondern durch den/die erste(n) BenutzerIn, meist etwa drei bis vier Stunden später.

2.2 Dezentrale Maßnahmen im Bereich des Verhaltens der einzelnen Nutzenden

Als dezentrale, von jeder einzelnen Person durchzuführende, einmalige Maßnahmen gab es kaum mehr als die beiden in Tabelle 1 vermerkten: Die Glühbirnen der Schreibtischlampen konnten von den NutzerInnen gegen Energiesparlampen ausgetauscht werden, bei den in jedem Arbeitsraum teils mehrfach vorhandenen PCs wurden, evtl. mit Hilfe der EDV-Abteilung, die Energiesparoptionen gesetzt (z.B. Abschaltung von Bildschirm und Rechner bei einer gewissen Zeit der Inaktivität). Offenbar gab es in diesem Bereich nur wenige praktikable Vorschläge.

Die meisten Vorschläge und durchgeführte Maßnahmen gab es im *klassischen Bereich*, d.h. bei Verhaltensweisen, die *jede Person* für sich und *wiederholt* machen muss, damit insgesamt ein sichtbarer Effekt erreicht wird. Im Bereich der Fernwärmeeinsparung war die wichtigste Maßnahme, die Gebäudenutzenden dazu zu bringen, bei Arbeitsende und vor allen Dingen vor mehrtätiger Abwesenheit die Heizung am Thermostatventil zurückzudrehen

Die meisten Vorschläge und durchgeführte Maßnahmen gab es bei Verhaltensweisen, die jede Person für sich und wiederholt machen muss, damit insgesamt ein sichtbarer Effekt erreicht wird

(empfohlen wurde die Ventilstellung 2 oder niedriger). Dadurch wurde in den Randzeiten und bei Abwesenheit tagsüber die unnötige Raumheizung auch in Zeiten ver-

mieden, in denen die Nachtabsenkung nicht aktiv ist. Im Strombereich war die wichtigste propagierte Maßnahme das Trennen der EDV-Geräte vom Stromkreis (dazu gab es für jeden Raum einen Zentralschalter), um unnötigen Standby-Verbrauch zu vermeiden. Dieser kann für einen PC, einen Drucker und einen Röhrenbildschirm (mit denen zur aktiven Projektzeit noch die meisten ausgestattet waren; Flachbildschirme verbrauchen deutlich weniger), etwa 20 Watt betragen. Hochgerechnet auf durchschnittliche tägliche Standby-Zeiten von typischerweise 16 Stunden ergibt sich pro PC mit Peripherie und Jahr ein Verbrauch von ca. 93,5 kWh, für etwa 150 Anlagen von MitarbeiterInnen im Haus resultiert pro Jahr ein Sparpotential von ca. 14.000 kWh, falls alle unbenutzten Anlagen zuvor stets nur in Standby betrieben worden wären (was recht wahrscheinlich war). Daneben wurde bei der Heizung u.a. noch richtiges Lüften propagiert; Türen zwischen beheizten zu unbeheizten Fluren sollten nicht mit Keilen offengehalten werden, auch wenn das wiederholte Öffnen und Schließen als unbequem empfunden wurde; im Strombereich das Abschalten nicht benötigter Beleuchtung auch bei kürzerer Abwesenheit und im öffentlichen Bereich sowie das aktive Einschalten des Standby-Modus nach jedem Kopieren am Kopiergerät (statt dies erst nach ein bis zwei Stunden die Automatik tun zu lassen). Weitere Maßnahmen in der Kategorie „dezentral / wiederholt“ wurden in Form von kleinen Interventionsprojekten durchgeführt (s.u. 2.5.).

2.3 Kommunikation, Motivation, Partizipation

Die Maßnahmen, die von den einzelnen Nutzenden durchgeführt werden sollten, mussten zunächst bekannt gemacht werden; außerdem ist eine Motivation dazu erfor-

derlich. Die Information der Institutsöffentlichkeit erfolgte zunächst durch eine Einführungsveranstaltung, danach hauptsächlich durch eine hierfür eingerichtete WWW-Seite (über http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/zentral/projekt_energiesparen/index.html, wo die Informationen auch jetzt noch abrufbar sind) sowie durch Rundmails: Hier wurden Energiespartipps präsentiert, die Rückmeldungen zum Energieverbrauch gegeben und die Verhaltensmaßnahmen propagiert. Die *Rückmeldungskomponente* bestand in der monatlichen Bekanntgabe der Verbrauchsentwicklung bei Strom und Heizung im Vergleich mit demselben Monat des Vorjahres. Diese Veränderungen wurden in Rundmails mitgeteilt und kommentiert. Zu Jahresbeginn wurden ferner die Jahresergebnisse sowie die Summe des eingesparten Geldes (s.u. Belohnung) bekannt gegeben. Alle Informationen waren auch über die WWW-Seite abrufbar. Als „sachfremde“ Motivation gab es eine *Belohnungskomponente*: In einer Vereinbarung mit der Universitätsverwaltung bekam das Psychologische Institut den monetären Gegenwert für die eingesparte Energie ausbezahlt. Innerhalb des Instituts sollten diese zusätzlichen Mittel so verteilt werden, dass sie denjenigen zugute kommen, die die Einsparungen (mit) bewerkstelligt haben.

Die Studierenden wurden durch Aushänge, witzige Plakate (s. Abb. 2 in Schahn, 2004) und Poster informiert. Als reguläre Lehrveranstaltung wurde ferner drei Mal in den Wintersemestern zwischen Ende 2001 und Anfang 2004 das „Projektseminar Energiesparen“ durchgeführt, welches ins Projekt eingebunden war. Im Rahmen des Seminars wurden verschiedene klassische Interventionen zum Energiesparen in Veranstaltungsräumen durchgeführt; es wurden MitarbeiterInnen und Studierende über die Wahr-

nehmung des Projekts befragt und der Grad der Umsetzung zweier empfohlener Verhaltensmaßnahmen bei den MitarbeiterInnen (s.u.) wurde geprüft.

Die partizipativen Elemente bestanden neben dem „Projektseminar“ selbst zum einen in der beschriebenen Umfrage nach Energiesparvorschlägen. Zum zweiten wurden für jede der sieben Abteilungen des Instituts die Position eines/einer „Energiebeauftragten“ (als MultiplikatorInnen) eingeführt, deren Aufgabe es war, innerhalb der Abteilung zum Sparen zu motivieren und Probleme aufzudecken. Gedacht war ursprünglich auch an bedarfsweise Treffen der Beauftragten mit dem Projektkoordinator am PI (identisch mit dem Autor dieses Berichts). Schließlich sollten besonders motivierte MitarbeiterInnen eine Partizipativgruppe bilden, die das Projekt unterstützen, weitere Vorschläge erarbeiten und mit umsetzen sollte.

Die partizipativen Elemente bestanden im „Projektseminar Energiesparen“, in einer MitarbeiterInnen-Umfrage nach Energiesparvorschlägen und in der Einführung von „Energiebeauftragten“

2.4 Geplante Ergebniskontrollen und Messungen

Es waren unterschiedliche Arten der Ergebniskontrolle geplant. Zentral war der Vergleich des Energieverbrauchs im aktiven Projektzeitraum⁶ (Mitte 2001 bis Ende 2003) mit dem direkt vor dem Projekt gelegenen Verbrauch im Referenzzeitraum. Dieser bestand aus dem mittleren Verbrauch der Jahre 1997 bis 2000. Auch ein Vergleich dieser sog. „Nulllinie“ (oder „Baseline“) mit den ersten drei Jahren nach dem Ende des aktiven Projekts sollte erfolgen. Für diese Ergebniskontrolle sollten die in den Gebäuden vorhandenen Energiezähler (s.u.) monatlich abgelesen und ausgewertet

werden. Eine zweite Kategorie bestand im Vergleich der Verbrauchsveränderungen gegenüber dem jeweiligen Vorjahr mit den analogen Veränderungen der anderen Universitätsinstitute in der Altstadt, die nicht am Projekt beteiligt waren. Hierdurch sollte festgestellt werden, ob eventuelle Einsparungen einem allgemeinen Trend folgen oder durch das Projekt verursacht wurden.

Beim Fernwärmeverbrauch wurde statt dem absoluten Verbrauch, der auch von der Witterung abhängig ist (warme vs. kalte

Winter), der witterungskorrigierte Verbrauch betrachtet. Witterungskorrigierte Werte ermöglichen einen Vergleich von Verbräuchen in unterschiedlich kalten Jahren und an unterschiedlichen Orten,⁷ korrelieren auch hoch mit den absoluten Verbräuchen,

können aber in ihrer absoluten Höhe erheblich von diesen abweichen. Daher konnte sich die Universitätsverwaltung im Rahmen der Anreizkomponente nicht dazu durchringen, dem Psychologischen Institut die witterungskorrigierten Ersparnisse zu vergüten, sondern lediglich die absoluten Einsparungen.

Zur Ergebniskontrolle war der Vergleich des Energieverbrauchs im aktiven Projektzeitraum mit dem direkt vor dem Projekt gelegenen Verbrauch im Referenzzeitraum zentral

2.5 Projektseminar Energiesparen, Interventionen und Aktionen

Es wurden drei Veranstaltungen durchgeführt, und zwar in den drei Wintersemestern, die im aktiven Projektzeitraum lagen. Ausführliche Berichte zu diesen Aktionen sind auf der angesprochenen WWW-Seite unter „Empirische Untersuchungen zum Projekt im Rahmen des Projektseminars Energiesparen“ abrufbar. Im Wintersemester 2001/2002 wurde die Wirksamkeit von

Hinweisschildern und Informationsmaßnahmen getestet. Die „Prompts“, die am rechten Ort an das richtige Verhalten erinnern sollen, wurden in allen Veranstaltungsräumen neben der Tür aufgehängt. Sie forderten dazu auf, nach der letzten Veranstaltung eines Tages die Heizung herunterzudrehen, die Fenster zu schließen und das Licht auszuschalten. Eine zweite Intervention im PC-Raum für Studierende zielte darauf ab, nach Arbeitsende den (Röhren-) Bildschirm abzuschalten, dessen Stromverbrauch dadurch von ca. 100 auf nur noch ca. 12 Watt reduziert wurde (Zahl der Schirme im PC-Raum: 30). Dazu wurde ein Infoblatt auf den Arbeitstisch aufgeklebt und ein Prompt am Bildschirm-Netzschalter angebracht. Einige Wochen vor dem Anbringen der Schilder und einige Wochen danach wurde jeweils abends das Verhalten erhoben (d.h. die Ventil- und Fensterstellungen sowie der Status des Lichts in den Veranstaltungsräumen; im PC-Raum die Zahl der ein- bzw. ausgeschalteten Schirme an nicht benutzten Arbeitsplätzen). Ergänzt wurden diese Maßnahmen durch Kurzvorträge der Seminarteilnehmenden über das Projekt in allen größeren Lehrveranstaltungen und dem Aufhängen eines übergroßen Hinweisposters (analog zu denen Prompts in den Veranstaltungsräumen) im Eingangsbereich zu den Veranstaltungsräumen.

Zwei Jahre später, im WS 2003/2004, wurde in den PC-Räumen kontrolliert, ob die Hinweise noch befolgt wurden; in den Veranstaltungsräumen wurden die Hinweisschilder durch neu gestaltete ausgetauscht. Ferner wurden die Interventionen auf verschiedene andere Altstadtinstitute ausgedehnt, um ihre Effektivität an Stellen zu prüfen, an denen kein Projekt mit unterstützenden Motivationsmaßnahmen lief. Im dazwischen liegenden WS 2002/2003 wur-

den Studierende, MitarbeiterInnen und die Energiebeauftragten nach ihrer Wahrnehmung des Projekts befragt. Zusätzlich wurde zu verschiedenen Zeitpunkten – u.a. über die Weihnachtsfeiertage – erhoben, ob die Empfehlungen zum Zurückdrehen der Heizung und zum Abschalten der EDV-Anlagen befolgt wurden.

2.6 Probleme und Abweichungen von der Planung

2.6.1 Nicht kontrollierte Verbrauchsveränderungen

Im Projektverlauf traten einige, teils gravierende Probleme auf, von denen nur wenige vorausgesehen worden waren. Die wichtigsten dieser Probleme werden im Folgenden geschildert; die Auswirkung auf die unter Abschnitt 3 berichteten Ergebnisse wird in Abschnitt 4 diskutiert. – Voraussehbar und in die Planung einbezogen war, dass es keine strikte Kontrolle geben würde, wodurch genau *Verbrauchsveränderungen* zustande kommen. Dies bezieht sich nicht nur auf die Zuordnung von Effekten zu den einzelnen Maßnahmen; auch durch die Anschaffung oder Abschaltung von Geräten, der Arbeitsaufnahme oder dem Arbeitsende von Forschungsprojekten, einer beginnenden oder beendeten Vakanz von Lehrstühlen konnten Verbrauchsveränderungen eintreten, die gar nichts mit dem durchgeführten Projekt zu tun hatten. Es wurde versucht, diese zumindest zu erfassen und bei der Interpretation zu berücksichtigen; vor allen Dingen im Bereich der Geräte gab es Veränderungen (z.B. die Aufstellung mehrerer Raumluftentfeuchter in einem Archivkeller, eines Kaffee- und eines Kaltgetränkeautomaten, eines beleuchteten Schaukastens, mehrerer Klimageräte, die nur zum Teil andere Geräte ersetzen, spezieller Kühltruhen für Laborproben mit einer Zieltemperatur von

-80 Grad C, und die Einrichtung eines zweiten PC-Raums für Studierende).

2.6.2 Probleme bei der Verbrauchserfassung durch Zähler beim Strom

Der bedeutsamste nicht vorhergesehene Problembereich war die *Erfassung des Verbrauchs über Zähler*. Dies war zunächst problemlos erschienen. Die dafür zuständige Stelle der Universität lieferte rückwirkend für die Zeit von 1997 an bis zum aktuellen Datum monatliche Verbrauchswerte. Es handelte sich jedoch nicht wie zunächst gedacht um Ablesungen, sondern um sog. „Messwertsimulationen“: Abgelesen war nur der Jahresverbrauch, die Monatswerte waren lediglich errechnet, wobei verschiedene Gewichtungen verwendet wurden. Als Konsequenz musste zunächst ein Vorlauf von einem Jahr mit eigenen Ablesungen durchgeführt werden, um die für die Rückmeldung bedeutsamen monatlichen Vergleichswerte zu erhalten. Die Rückmeldungen konnten deshalb nicht wie geplant von Beginn an, sondern erst ab Juli 2002 gegeben werden.

Konnte dieses Problem noch abgefangen werden, so trat im Zuge einer Stromabschaltung zu Tage, dass die vier vorhandenen Stromzähler keineswegs das zählten, was zu Beginn angenommen wurde. Es handelte sich nicht um unabhängige Zähler, sondern teils um Haupt- und Unterzähler, so dass manche Verbräuche doppelt gerechnet wurden. Ferner liefen über die Zähler auch Verbraucher, die mit dem Institut nichts zu tun hatten oder nicht beeinflussbar waren, z.B. mehrere private Wohnungen oder die automatisch gesteuerte Außenbeleuchtung für den Parkplatz. Das fiel erst im November 2003 auf, also kurz vor dem Ende der aktiven Projektphase. Diese Probleme waren vor den Arbeiten an der Elektroinstallation nicht aufgefallen, weil es sich

um interne Zähler handelte, über die keine Abrechnung des Verbrauchs mit dem Lieferanten erfolgte; vor dem Projekt hatte sich um das Ergebnis der jährlichen Ablesungen niemand gekümmert (s.a. Punkt (4) in Abschnitt 4.2).

Nach der Kenntnis dieser Probleme und der Beschaffung der nötigen Daten konnten alle Zählerwerte nachträglich korrigiert werden. Das Institut musste teilweise Gelder, die bereits für frühere Ersparnisse bezahlt worden waren, wieder an die Universitätsverwaltung zurückgeben (durch das Hauptzähler/Unterzählerproblem war ein Teil der Ersparnisse doppelt gerechnet worden). Fatal war das Problem jedoch für die von Juli 2002 bis Oktober 2003 gegebenen monatlichen Rückmeldungen: Diese basierten sämtlich auf den fehlerhaften Zahlen. Sie waren zwar immerhin der Tendenz nach richtig, d.h. hinsichtlich der Frage, ob in einem Zeitraum etwas gespart wurde oder nicht. Die in den E-Mail-Rundschreiben zusammen mit den Rückmeldungen angestellten Überlegungen zur Ursache von Mehr- oder Minderverbräuchen hatten jedoch aufgrund der verzerrten Absolutdaten keine Grundlage. Damit kann über die Wirksamkeit solcher Rückmeldungen keine Aussage gemacht werden.

2.6.3 Fehler in der Nulllinie bei der Fernwärme

Schließlich gab es auch im Bereich der Fernwärme ein Problem: Es wurde bekannt, dass während des Zeitraums zur Ermittlung der Nulllinie (1997-2000) die Heizungssteuerung im Vordergebäude längere Zeit defekt war; dadurch war die außentemperaturabhängige Steuerung der Vorlauftemperatur nicht mehr möglich. Ein Vergleich des Verbrauchs zwischen den vier Nulllinie-Jahren zeigte, dass der witterungskorrigierte Ver-

brauch im Jahr 2000 deutlich höher war als der Durchschnitt der anderen drei Vergleichsjahre. Die „KliBa“ führte daraufhin Modellrechnungen durch: Errechnet wurde ein maximaler Mehrverbrauch von 7 % für das Vordergebäude durch die nicht regulierte, erhöhte Vorlauftemperatur. Auch die anderen beiden Gebäude, in denen die Heizungssteuerung nicht defekt war, wiesen jedoch 2000 einen witterungskorrigierten Mehrverbrauch auf. Damit ließ sich das Problem weder zeitlich noch von der Auswirkung her eindeutig eingrenzen, weswegen auf eine zweifelhafte Korrektur der Werte verzichtet wurde. Bei der Ergebnisinterpretation ist jedoch zu beachten, dass die erzielten Einsparungen im Vordergebäude möglicherweise ein zu positives Bild zeichnen.

2.6.4 Nicht durchführbares partizipatives Konzept und Verwendung der eingesparten Gelder

Letzte zu erwähnende Abweichungen betreffen die geplante Partizipativgruppe bei den MitarbeiterInnen und die Belohnungskomponente. Bei den Studierenden kam drei Mal das „Projektseminar Energiesparen“ zustande, welches das Projekt unterstützte; neben dem Inhalt der Veranstaltung motivierte die Studierenden die Möglichkeit, einen Schein zu erwerben (Wahlpflicht). Trotz mehrerer Aufrufe und Aktionen war es jedoch nicht möglich, die MitarbeiterInnen zu motivieren, in ihrer Freizeit an einer solchen Gruppe mitzuarbeiten. Selbst die mit den Energiebeauftragten geplanten sporadischen „Lagebesprechungen“ kamen über das erste Treffen im November 2001 nicht hinaus. Hinweise auf die Gründe dafür fanden sich in der MitarbeiterInnenbefragung (s.u.). Unerwartete Probleme gab es mit der Belohnungskomponente. Hier brachte ein Ideenwettbewerb nichts

Brauchbares, wie die zusätzlichen Gelder verteilt werden sollen. Es gab auch keine Hinweise auf einzelne Personen, die sich besonders hervorgetan haben. Am Ende blieben zwei Ideen übrig: zum einen ein Fest für die Institutsangehörigen, das gegen Projektende am 23. Oktober 2003 auch tatsächlich durchgeführt wurde. Es gab kurze Ansprachen, eine symbolische Scheckübergabe und hauptsächlich freies Essen und Getränke für MitarbeiterInnen und Studierende; außerdem wurde eine Musikgruppe engagiert. Zweitens sollte das Geld in Geräte und Maßnahmen investiert werden, die wieder dem Energiesparen zugute kommen. Dies geschah zum geringen Teil durch den Kauf von stromsparenden Flachbildschirmen. Hauptidee war jedoch die Anschaffung automatischer Heizungsventile für die Unterrichtsräume, die eine Stunde vor Veranstaltungsbeginn öffnen und nach Veranstaltungsende wieder schließen. Es hatte sich nämlich gezeigt, dass bei kalter Witterung ein Aufdrehen der Heizung zu Veranstaltungsbeginn zu spät ist, um die Räume ausreichend zu beheizen. Es war aber schwierig, dafür eine technische Lösung zu finden, und als dies gelungen war, zogen sich die Verhandlungen mit der Firma hin. Schließlich wurde das restliche Geld 2006, als sich das Institut in einem finanziellen Engpass befand, mit Einverständnis aller Beteiligten für den allgemeinen Haushalt verwendet.

3 Ergebnisse

3.1 Interner Vergleich: Nulllinie, Projektzeitraum, Nacherhebung

Die Tabellen 2 und 3 zeigen die Verbräuche für Strom und Fernwärme in den Projektjahren 2001 bis 2003 und den Nacherhebungsjahren 2004 bis 2006 und vergleichen sie mit der Nulllinie. Ebenfalls angegeben

werden die prozentualen Ersparnisse. Für Strom werden Werte angegeben, bei denen die Fehler in der Zählertopologie korrigiert wurden. Bei der Fernwärme werden witterungskorrigierte Werte angegeben (Absolutwerte: siehe WWW-Seite); der Verbrauch im Vergleichszeitraum wurde trotz des Defekts der Heizungssteuerung nicht korrigiert. Alle Zähler am Institut werden aufsummiert; differenzierte Werte finden sich in den Tabellen 4 und 5, sowie ausführlich auf der WWW-Seite. Zu beachten ist, dass im Jahr 2001 das Projekt erst ab Juli in die aktive Phase eintrat⁶. Die eingesparten Energiekosten, die insgesamt von der Universitätsverwaltung Heidelberg ans Psychologische Institut ausbezahlt wurden, betragen nach den Korrekturen der Zählertopologie und Anpassungen aufgrund der Fremdnutzung von Teilen der Gebäude 18.823,50 Euro⁸.

Beim Stromverbrauch zeigte sich überraschenderweise für das Rumpffahr 2001 kein geringerer Wert; 2003 hingegen gab es einen Rückgang bei den Einsparungen. Im Durchschnitt wurden 6,5 % eingespart, was sich nach Projektende von Jahr zu Jahr verminderte; 2006 war sogar ein Mehrverbrauch von etwa 3 % gegenüber der Nulllinie zu verzeichnen. Beim witterungskorrigierten Fernwärmeverbrauch wurden deutliche Einsparungen erzielt, die während des Projekts leicht anstiegen; durchschnittlich wurden über 12 % eingespart. Ein Rückgang im Nacherhebungszeitraum war nicht festzustellen, tendenziell eher ein weiterer Anstieg der Einsparungen.

Betrachtet man den Verbrauch getrennt nach Gebäuden (drei Gebäude beim Strom,

Betrachtet man den Verbrauch getrennt nach Gebäuden, zeigt sich, dass die Ersparnisse fast ausschließlich in einem der drei Gebäude erzielt wurden

Vordergebäude vs. Hinter- und Rückgebäude bei der Fernwärme), so zeigt sich ein verblüffender Effekt: Bei der Fernwärme (s. Tabellen 4) wurden die Ersparnisse während des Projekts fast ausschließlich im Vordergebäude erzielt, in den anderen beiden Gebäuden blieb der Verbrauch im Mittel der Projekt-

jahre in etwa auf dem Niveau des Vergleichszeitraums; bei Betrachtung der einzelnen Jahre ist jedoch eine Entwicklung von einem leichten Mehrverbrauch hin zu einer leichten Einsparung festzustellen. Die Tendenz einer Einsparung zwischen 20 und 25 % im Vordergebäude und von gut 5 % in

Tabelle 2: Stromverbrauch, Vergleich mit den Basiswerten

Jahr	Verbrauch im Jahr	Einsparung	Einsparung prozentual
2001	163.470	13.591	7,68 %
2002	163.422	13.639	7,70 %
2003	169.744	7.317	4,13 %
Mittel Projektjahre	165.545	11.516	6,50 %
2004	169.983	7.078	4,00 %
2005	172.527	4.534	2,56 %
2006	182.478	-5.417	-3,06 %

Erläuterung: Angaben in kWh (Kilowattstunden). Der für die Berechnung der Einsparungen zugrunde gelegte durchschnittliche Stromverbrauch der Jahre 1997 bis 2000 betrug 177.061 kWh. Zum Vergleich wird auch der Verbrauch in den ersten drei Jahren nach Abschluss der aktiven Projektzeit angegeben (2004 bis 2006). Negative Einsparungen stehen für Mehrverbrauch. Ein Mittelwert für die Nacherhebungszeit wurde wegen des Verlaufscharakters nicht berechnet.

Tabelle 3: Fernwärmeverbrauch (witterungskorrigiert), Vergleich mit den Basiswerten

Jahr	Verbrauch im Jahr	Einsparung	Einsparung prozentual
2001	1.107,55	130,28	10,52 %
2002	1.092,11	145,72	11,77 %
2003	1.054,87	182,96	14,78 %
Mittel Projektjahre	1.084,84	152,99	12,36 %
2004	1.019,92	217,92	16,92 %
2005	1.054,86	182,97	14,78 %
2006	1.047,87	189,96	15,35 %

Erläuterung: Angaben in MWh (Megawattstunden). Der für die Berechnung der Einsparungen zugrunde gelegte durchschnittliche Fernwärmeverbrauch der Jahre 1997 bis 2000 betrug 1.237,83 MWh. Es handelt sich um einen rechnerischen Wert, bei dem die Temperaturschwankungen unterschiedlicher Jahre berücksichtigt wurden. Dieser erlaubt einen witterungsunabhängigen Vergleich. Daten zum Absolutverbrauch können auf der WWW-Seite des Projekts abgerufen werden. Ferner wird auch der Verbrauch in den ersten drei Jahren nach Abschluss der aktiven Projektzeit angegeben (2004 bis 2006). Ein Mittelwert für die Nacherhebungszeit wurde wegen des Verlaufscharakters nicht berechnet.

den beiden anderen Gebäuden blieb in den drei Nacherhebungsjahren stabil.

Tabelle 5 zeigt die Verbrauchsentwicklung beim Strom getrennt nach Gebäuden. Auch hier wurden die Einsparungen größtenteils im Vordergebäude erzielt; im Rückgebäude gab es einen moderaten Mehrverbrauch (die hohe, isolierte Einsparung 2002 ist auf einen teilweisen Leerstand zurückzuführen); im Hintergebäude ist dagegen von Jahr

zu Jahr ein deutlicher Verbrauchsanstieg festzustellen. Im Vordergebäude wurde drei Jahre nach Projektende (2006) die höchste Einsparung in einem Einzeljahr erzielt, in den beiden anderen Gebäuden der größte Mehrverbrauch.

3.2 Externer Vergleich mit anderen Altstadtinstituten

Tabelle 4: Fernwärmeverbrauch (witterungskorrigiert), Einsparungen getrennt nach Gebäuden

Jahr	Einsparung Vordergebäude (MWh / prozentual)	Einsparung Hinter- und Rückgebäude (MWh / prozentual)
2001	143,73 (21,39 %)	-13,45 (-3,38 %)
2002	158,38 (23,57 %)	-12,65 (-2,24 %)
2003	150,03 (22,33 %)	32,93 (5,82 %)
Mittel Projektjahre	150,71 (22,43 %)	-2,28 (-0,40 %)
2004	180,35 (26,84 %)	37,56 (6,64 %)
2005	160,76 (23,93 %)	22,21 (3,92 %)
2006	151,03 (22,48 %)	38,93 (6,88 %)

Erläuterung: Angaben in MWh (Megawattstunden). Positive Werte bezeichnen Einsparungen, negative geben einen Mehrverbrauch an. Vergleichswert Fernwärme korrigiert Vordergebäude: 671,91 MWh; Vergleichswert Fernwärme korrigiert Hinter- und Rückgebäude: 565,92 MWh.

Tabelle 5: Stromverbrauch, Einsparungen getrennt nach Gebäuden

Jahr	Einsparung Vordergebäude (absolut/prozentual)	Einsparung Hintergebäude (absolut/prozentual)	Einsparung Rückgebäude (absolut/prozentual)
2001	12.601 / 15,52 %	1.540 / 1,73 %	-550 / -8,00 %
2002	15.582 / 19,19 %	-3.993 / -4,86 %	2.049 / 29,80 %
2003	11.343 / 13,97 %	-3.778 / -4,25 %	-248 / -3,61 %
Mittel Projektjahre	13.175 / 16,21 %	-2.077 / -2,33 %	417 / 6,06 %
2004	12.178 / 15,00 %	-6.153 / -6,91 %	1.053 / 15,31 %
2005	17.031 / 20,98 %	-12.456 / -13,99 %	-42 / -0,61 %
2006	17.196 / 21,18 %	-21.733 / - 24,42 %	-881 / -12,81 %

Erläuterung: Angaben in kWh (Kilowattstunden). Positive Werte bezeichnen Einsparungen, negative geben einen Mehrverbrauch an. Strom Vergleichswert Vordergebäude: 81.180 kWh; Strom Vergleichswert Hintergebäude: 89.005 kWh; Strom Vergleichswert Rückgebäude: 6.876 kWh.

Eine zusätzliche Informationsquelle sollte der Vergleich der Verbrauchsveränderung am Psychologischen Institut mit den Veränderungen bei anderen Instituten bieten. Leider war der geplante Vergleich aus mehreren Gründen nur sehr unvollständig möglich: Während des Projektzeitraums haben sich das Verfahren der Energiebilanzierung an der Universität und bereits ab dem Jahr 2002 die Berechnungsgrundlagen für die Altstadt verändert; bestimmte Gebäude oder Gebäudeteile wurden nicht mehr in die Altstadtbilanz mit einbezogen. Aus diesem Grunde waren lediglich zwei „Rumpfberechnungen“ durchführbar:

Strom: Der Vergleich Nulllinie/Jahresverbrauch beim Strom für das Jahr 2001, dem ersten Projektjahr, konnte berechnet werden. Dieser Vergleich brachte folgende Ergebnisse: 2001 wurde auch in der Altstadt ohne Projekt 1,24 % beim Strom gegenüber dem Durchschnitt der Jahre 1997 bis 2000 eingespart. Zieht man diesen Wert von den Ersparnissen des Psychologischen Instituts ab (7,68 %, s. Tab. 2), bleiben 6,44 % übrig, die am Psychologischen Institut über die in anderen Gebäuden ohne Projekt erzielten Einsparungen hinausgehen.

Fernwärme: Bei der Fernwärme war *kein Vergleich mit der Nulllinie möglich*, sondern nur der Vergleich der Verbrauchsveränderung von 2001 auf 2002 im Vergleich von Altstadt und dem Psychologischen Institut. 2001 war jedoch bereits das erste Projektjahr, so dass bei diesem Vergleich die bereits 2001 erzielten Einsparungen den Vergleichswert vermindern und die Einsparungen so niedriger erscheinen. In der Altstadt ging der absolute Verbrauch im Vergleich 2001 mit 2002 um 7 % zurück, was genau dem Wert entspricht, um den die Heizperiode des Jahres 2002 gemäß der Witterungskorrektur wär-

mer war als diejenige in 2001. Am Psychologischen Institut war jedoch ein Rückgang von 8,9 % zu verzeichnen; das bedeutet, dass das Psychologische Institut seine Einsparungen 2002 gegenüber dem „RumpfpProjektjahr“ 2001 noch um 1,9 % gesteigert hatte.⁹

3.3 Klassische Interventionsmaßnahmen bei Studierenden als Zielgruppe

Im WS 2001/2002 wurde im Rahmen des „Projektseminars Energiesparen“ der Effekt von Infomaßnahmen (Plakate, Kurzvorträge in Lehrveranstaltungen) und von Hinweisschildern auf das energierelevante Verhalten nach Veranstaltungsende und das Abschalten der Schirme im PC-Raum untersucht. Während zweier Wochen vor der Weihnachtspause und den beiden Wochen danach wurden täglich am Abend die Räume kontrolliert. Dazwischen wurden die Hinweisschilder angebracht. Die eingeleiteten Maßnahmen waren vor allen Dingen bei den Computerbildschirmen erfolgreich: Die Zahl der eingeschalteten Schirme an zeitweilig *nicht genutzten* Arbeitsplätzen fiel deutlich von 88,6 % auf 57,7 % ab. Bei den Fenstern in den Veranstaltungsräumen zeigte sich, dass gar kein Interventionsbedarf bestand: Sie waren schon vor der Maßnahme zum ganz überwiegenden Teil geschlossen (in 92 % der Fälle; als „Fall“ galt ein überprüfter Raum pro Überprüfung). Dennoch stieg der Prozentsatz nach den Maßnahmen auf 99 %. Bei Licht und Heizung zeigten sich ebenfalls Verbesserungen im Verhalten: Das Licht war vor der Intervention nach der letzten Veranstaltung des Tages in 72 % der Fälle ausgeschaltet, danach in 84 %. Die Heizung war vorher in 30 % der Fälle zurückgedreht (d.h. wie empfohlen auf Stufe 2 oder weniger), hinterher in 48 % der Fälle. Die Ergebnisse belegen einerseits den Erfolg der Maßnahmen, zeigen andererseits

aber, dass noch weitere Verbesserungen vor allen Dingen bei der Heizung möglich sind. Als Ursache des Verhaltens legen zufällige Rückmeldungen der Betroffenen nahe, dass die Verantwortung für das Abdrehen unklar ist, es entweder vergessen oder sogar absichtlich unterlassen wurde, damit die Räume am nächsten Morgen zu Beginn einer Veranstaltung nicht so kalt sind.

Im WS 2003/2004 wurde die Untersuchung erweitert und wiederholt. Am Psychologischen Institut wurden die Hinweisschilder in den Räumen ausgetauscht („Licht aus? Fenster zu? Heizung aus“ statt mit einer nachdenklichen Figur nun mit einem roten Stoppschild versehen). Ferner wurden vier weitere Institute in der Altstadt (Erziehungswissenschaften; Romanistik; Übersetzen und Dolmetschen; Wirtschaftswissenschaften) mit einbezogen und dort erstmals Hinweise angebracht. Ansonsten war das Vorgehen analog wie zwei Jahre zuvor. Am Psychologischen Institut zeigte sich im PC-Raum, dass sich das Verhalten sogar noch verbessert hatte: Nur noch in 46,09 % der Fälle waren die Schirme eingeschaltet. Die weitere Verbesserung dürfte ihre Ursache darin haben, dass das Anschalten nun auch in der PC-Einführung für Studierende als Teil der Routine am Arbeitsende propagiert wurde. In den Veranstaltungsräumen war das Verhalten vor dem Wechseln der Schilder wieder schlechter geworden als nach der letzten Intervention zwei Jahre zuvor, obwohl die Schilder von damals weiter hingen. Nach deren Austausch trat wieder eine deutliche Verbesserung ein. Bei den anderen Instituten ließ sich durch die Hinweisschilder nur bei den Monitoren eine Verbesserung zwischen 3 und 20 % registrieren, wobei das absolute Niveau nach der Intervention, verglichen mit dem PI, deutlich niedriger war. Beim Verhalten in den Veranstaltungsräumen hielten sich Verbes-

serungen, Verschlechterungen und Stagnation in etwa die Waage. Insgesamt sprachen die Studierenden am PI besser auf die Schilder an, was wahrscheinlich der allgemeinen Präsenz des Projekts geschuldet ist, während an den anderen Instituten die Intervention isoliert durchgeführt wurde.

3.4 Befragungsergebnisse bei MitarbeiterInnen und Studierenden

Im WS 2002/2003 wurde im Rahmen des Projektseminars eine Befragung der MitarbeiterInnen, Studierenden und der Energiebeauftragten am PI über die Wahrnehmung des Projekts durchgeführt. Bei den Studierenden war eine Stichprobenerhebung geplant; 135 Personen nahmen teil, der Rücklauf kann wegen des Verteilungsverfahrens nur mit etwa 50 % geschätzt werden. Bei den MitarbeiterInnen war eine Vollerhebung geplant, der Rücklauf betrug 65 % (54 von 83). Alle sieben Energiebeauftragten füllten den Fragebogen aus; von diesen wurden in unterschiedlichem Ausmaß Aktivitäten durchgeführt, auch das Rollenverständnis war unterschiedlich. Drei der sieben Beauftragten gaben an, bisher viele Aktivitäten unternommen zu haben, drei hatten weniger unternommen und eine Person gab an, nichts getan zu haben. Ein Teil der Beauftragten sah die Anforderung an sich vorwiegend in der Vorbildfunktion und als Ansprechpartner und Motivator, ein zweiter Teil eher als Mahner und in einer Kontrollfunktion.

Bei den MitarbeiterInnen befürworteten ca. 83 % der Befragten das Projekt, 11 % waren indifferent, 5 % (n= 3) lehnten es ab. Begründungen für eine ablehnende oder indifferente Haltung waren Zweifel an der Effektivität, die Befürchtung von Reaktanzeffekten und die Beeinträchtigung der eigentlichen Arbeitsaufgaben des Instituts; die

BefürworterInnen gaben hauptsächlich Umweltschutz, Kosteneinsparung und Ressourcenschonung als Gründe für ihre Einstellung an. Als Hauptinformations- und Motivationsquelle wurden die Rundmails angegeben, die von gut 50 % häufig oder immer, von gut 25 % teils-teils und vom Rest manchmal gelesen wurden. Gleichzeitig wurden jedoch Zahl und Länge der Mails von ca. 40 % der Befragten als zu hoch bzw. die Mails als zu lange empfunden. Die WWW-Seiten des Projekts, als vertiefende Informationsquelle gedacht, wurden von der Mehrheit nur selten aufgesucht. Eine überwältigende Mehrheit gab an, am Ende des Arbeitstages die Heizung zurückzudrehen und die EDV-Sicherung auszuschalten (zwei stark propagierte Sparmaßnahmen) sowie das Licht beim Verlassen des Raumes auszuschalten. Die Mehrheit gab ebenso an, durch das Projekt habe sich ihr energierelevantes Verhalten

Insgesamt zeigten die Befragungsergebnisse, dass das Projekt mehrheitlich auf sehr positive Resonanz gestoßen war und die empfohlenen Maßnahmen teilweise umgesetzt wurden

am Institut verändert, und erklärte sich bereit, kleinere Unbequemlichkeiten auf sich zu nehmen; größerer Aufwand wurde hingegen mehrheitlich abgelehnt. Auch beim Verhalten zu Hause (Frage nach Generalisation) hatte sich nur bei einer Minderheit

etwas geändert. Hauptsächlicher Verbesserungsvorschlag war eine Verstärkung der „Spaßkomponente“ des Projekts zu Lasten der Informations- und Kontrollkomponente. Häufigster Kritikpunkt (7 Befragte) war die im Rahmen des Projekts durchgeführte Kontrolle der Räume (Heizung, EDV-Sicherung) mit Rückmeldung (s.u. 3.5.).

Das Projekt war bei einer überwältigenden Mehrheit der Studierenden bekannt; die Informationen stammten vor allen Dingen von Plakaten/Aushängen sowie von ande-

ren Personen. Rundmails spielten hier nur bei den Wissenschaftlichen Hilfskräften (ca. 25 % der Befragten) eine Rolle, da Mails nur an diese verteilt wurden. Die WWW-Seite als Informationsquelle wurde kaum genutzt. Das Projekt als solches wurde auch bei den Studierenden sehr stark befürwortet. Die Spartipps wurden verbreitet umgesetzt, mit Ausnahme des Zurückdrehens der Heizung nach dem Ende eines Veranstaltungstages. Trotzdem wurde in der Selbsteinschätzung von nur mäßigen Veränderungen im energierelevanten Verhalten berichtet. Bei den kritischen Anmerkungen dominierte das Problem der Heizung in den Veranstaltungsräumen. Wird abends die Heizung abgedreht, ist es bei Beginn der ersten Veranstaltung am Folgetag kalt und dauert z.T. mehr als eine Stunde, um den Raum wieder auf eine angenehme Temperatur zu bringen; dies wurde nicht akzeptiert.

Insgesamt zeigten die Befragungsergebnisse, dass das Projekt mehrheitlich auf sehr positive Resonanz gestoßen war und die empfohlenen Maßnahmen teilweise umgesetzt wurden; es wurden auch kritische Punkte aufgezeigt. Es ist allerdings möglich, dass diejenigen Personen, die sich nicht an der Befragung beteiligt haben, vermehrt eine indifferente oder negative Haltung zum Projekt haben könnten.

3.5 Verhaltensdaten bei den MitarbeiterInnen

An drei Terminen (Wochenenden im November und Dezember 2002 und im Januar 2003) wurde die Einstellung der Heizungsventile (Empfehlung: 2 oder niedriger) und die Stellung des Zentralschalters für den PC nebst Peripherie (Empfehlung: aus) in den unbenutzten Räumen kontrolliert. Diese Kontrolle zeigte, dass ohne spezielle Maßnahmen nur in etwa der Hälfte

der unbenutzten Räume die Heizungen auf Stufe 2 oder niedriger eingestellt waren. Diese Quote stieg vor den Weihnachtsferien nach einem Rundmail-Appell auf zwei Drittel und nach einer individuellen Rückmeldung mit Handzetteln auf knapp 60 %. Die relative Akzeptanz bzw. Ausführung bei den EDV-Sicherungen war ähnlich, lag jedoch um ca. 10 % niedriger. Ein differenzierterer Vergleich zeigte, dass in ca. 40 % der Räume im Haus die vorgeschlagenen Maßnahmen *stets* umgesetzt wurden; in ca. 25 % wurden sie *nie* umgesetzt, beim Rest war es unterschiedlich. Die Räume in der Kategorie „nie“ waren nicht mit den öffentlichen oder halböffentlichen Räumen identisch, wenngleich diese auch stärker vertreten waren. Vereinzelt negative Reaktionen gab es auf das Zurücklassen von neutral formulierten Handzetteln in Räumen, in denen nicht die propagierten Einstellungen angetroffen wurden. Diese Beschwerden richteten sich weniger gegen die Kontrolle oder das Betreten der Räume, als gegen die Verhaltensvorschrift selbst. Während die Handzettel hinsichtlich des Verhaltens im Durchschnitt also durchaus etwas Positives bewirkten (Steigerung des erwünschten Verhaltens um 10 %), führten sie doch bei einer Minderheit zu Reaktanzeffekten. Möglicherweise nur bei denjenigen, die ohnehin nicht mitmachten?

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

4.1 Probleme und Einschränkungen oder: Gab es überhaupt Einsparungen?

Es kann sicher davon ausgegangen werden, dass es durch das Projekt zu Einsparungen sowohl im Strom- als auch im Fernwärmebereich gekommen ist. Schwieriger ist es zu interpretieren, wie groß sie waren und wodurch sie zustande kamen. Das Projekt war

von Anfang an nicht als kontrolliertes Feldexperiment angelegt. Hierzu wäre es notwendig gewesen, den Verbrauch beim Strom bis auf die Ebene des einzelnen Geräts bzw. bei der Heizung auf der Ebene des einzelnen Raums zu erfassen, um konfundierende Erklärungen auszuschließen. Alle Maßnahmen hätten nur nacheinander nach einem festgelegten Plan durchgeführt werden dürfen. Angestrebt war jedoch eine Vorgehensweise, die unter Vernachlässigung dieser Anforderungen hohen Wert auf die praktische Übertragbarkeit legt.

Aufgrund der Schwierigkeiten mit der Erfassung der Verbräuche war die geplante Rückmeldung als Korrektiv und Motivation für die MitarbeiterInnen nicht möglich bzw., soweit sie gegeben wurde, beruhte sie auf falschen Werten (wenngleich auch auf der richtigen Tendenz). Damit ist keine Aussage über die Wirksamkeit solcher Rückmeldungen möglich. Es kann immerhin theoretisch davon ausgegangen werden, dass die Rückmeldungen nur dann einen positiven Effekt haben können, wenn eine Grundmotivation zur Energieeinsparung bereits vorhanden ist; andernfalls werden sie ignoriert.

Beim *Strom* konnten trotz der Fehler in der Erfassung im Nachhinein die tatsächlichen Verbrauchswerte errechnet werden. Die Ersparnisse während der aktiven Projektphase können ungefähr mit 6,5 % des Verbrauchs beziffert werden (s. Tab. 2). Tab. 5 offenbart jedoch, dass die Einsparungen fast ausschließlich im Vordergebäude zustande kamen, während in den anderen Gebäuden, gut erklärbar durch zusätzlich angeschaffte Geräte im Dauerbetrieb, ein Mehrver-

Durch das Projekt ist es sicher zu Einsparungen bei Strom und bei Fernwärme gekommen; schwieriger ist es zu interpretieren, wie groß sie waren und wodurch sie zustande kamen

Die Ergebnisstruktur macht plausibel, dass die Effekte hauptsächlich durch den energieoptimierten Betrieb zustande gekommen sind

brauch zu verzeichnen war. Hierfür spricht auch die Stabilität der Einsparungen nach Projektende. Diese Ergebnisstruktur macht plausibel, dass die Effekte hauptsächlich durch den *energieoptimierten Betrieb* zustande gekommen sind.

Im Vordergebäude konnten zahlreiche Maßnahmen des Typs „zentral/einmalig“ durchgeführt werden, z.B. der Einbau einer Schaltuhr für den PC-Raum 1, oder die Nachtabsenkung für die Heizung, die auch zu einer Ersparnis beim Strom für die Pumpen führte, oder der Ersatz mobiler Klimageräte. Hier stand die Mehrzahl der Kopiergeräte, die später eingeschaltet wurde usw. Andererseits zeigen die Erhebungen im Rahmen des Projektseminars, dass auch die Verhaltensmaßnahmen (PC-Schirme, EDV-Abschaltung) in einem gewissen Ausmaß befolgt wurden und daher ebenfalls einen Effekt gehabt haben mussten. Die besonders hohen, isolierten Einsparungen im Rückgebäude 2002 (s. Tab. 5) waren durch Veränderungen bei Nutzung und Personal bedingt. Sie können aber mitgerechnet werden, da derartige Veränderungen typisch sind und auch in den vier Nulllinie-Jahren stattfanden.

Bei der *Fernwärme* kann davon ausgegangen werden, dass der durchschnittliche Effekt der gut 12%igen (s. Tab. 3) ebenfalls größtenteils durch *energieoptimierten Betrieb*, und zwar durch eine einzige Maßnahme (Nachtabsenkung) zustande gekommen ist; hierfür spricht wiederum die Stabilität der Effekte im Vordergebäude für den Nacherhebungszeitraum (s. Tab. 5). Ohne diesen Effekt, in den beiden anderen Gebäuden, gab es im Projektzeitraum selbst kaum Einsparungen. Eine Erklärung dafür, warum in

den beiden anderen Gebäuden Einsparungen hingegen erst ab 2003 und damit hauptsächlich im Nacherhebungszeitraum zu verzeichnen waren, kann nur ansatzweise gegeben werden. Die Vakanz zweier Abteilungen sowie eine geringere Zahl von Sonderveranstaltungen, für die die Nachtabsenkung ausgeschaltet werden musste, könnten dafür in Frage kommen. Dass die anderen Interventionsmaßnahmen erst mit starker Zeitverzögerung wirkten, erscheint hingegen unplausibel und widerspräche den Ergebnissen der Datenerhebung aus den Veranstaltungsräumen (s.u. 3.3.). Allerdings muss auch in Rechnung gestellt werden, dass die Voraussetzungen in den einzelnen Gebäuden verschieden waren: Im Hintergebäude war z.B. das Potential für verhaltensbedingte Einsparungen schon deshalb schwieriger zu realisieren als im Vordergebäude, weil dort fast sämtliche Unterrichtsräume liegen (öffentliche Räume mit dem Problem der Verantwortungsdiffusion). Ein kleinerer Teil der Räume wurde außerdem nicht durch das PI genutzt, was aber in den Verbrauchsdaten nicht zu differenzieren ist.

4.2 Empfehlungen für zukünftige Projekte und für die Praxis

Im Folgenden werden abschließend die Erfahrungen aus dem Projekt am PI in Form von Empfehlungen zusammengefasst. Die meisten nehmen Bezug auf das bisher Dargestellte, einige gehen auch darüber hinaus.

(1) *Richtigkeit der Energieverbrauchsmessungen:* Bei zukünftigen Projekten, unabhängig davon, ob praktisch oder theoretisch orientiert, ist eine zentrale Maßnahme im Vorfeld die Sicherstellung der Richtigkeit der Erfassung des Energieverbrauchs, sowohl was die aktuellen Zählerstände als auch was die Herkunft eventuell benutzter früherer Daten

betrifft. Wird ein einziger Zähler benutzt, der auch Basis für eine Abrechnung mit dem Energielieferanten ist, kann man von einer Vertrauenswürdigkeit der Daten ausgehen. Die Frage stellt sich jedoch, sobald es mehrere interne Zähler gibt. Dieses Problem trat später auch vehement im zweiten Praxisprojekt in einem Laborgebäude zutage, bei dem mit ungleich mehr Zählern gearbeitet und auch Kälte und Wasser als weitere Medien einbezogen wurden. Die Klärung der Zählertopologie nahm dort über ein Jahr an Vorlaufzeit in Anspruch. In diesem Zusammenhang zeigte sich auch, dass es schwierig ist, eine Abstimmung zwischen Instituten (Gebäudenutzern) und anderen Abteilungen zu erreichen, die nicht direkt in das Projekt eingebunden sind, sondern für Auskünfte, Dienstleistungen oder die Umsetzung der einen oder anderen Maßnahme von Bedeutung sind (z.B. die zuständige Abteilung für Technik; Universitätsbauamt). Die Kompetenzbereiche waren nicht immer ganz klar und Zuständigkeiten wurden hin und her geschoben. Eine gute Lösung war in diesem Falle, alle Verantwortlichen an einen Tisch zu bringen, zu Projektbeteiligten zu machen und damit die persönlichen Kontakte zu knüpfen, welche die Lösung der Probleme beschleunigten.

(2) *Beschränkte Reichweite des partizipativen Ansatzes:* Die Generierung von Ideen im Bereich des „energieoptimierten Betriebs“ (meist technische Maßnahmen vom Typ zentral/einmalig) erfordert eine Unterstützung durch technischen Sachverstand. Der partizipative Ansatz des Projekts hat sich hingegen bei der Generierung von Ideen für Sparmaßnahmen im Verhaltensbereich besonders bewährt. Dadurch dürfte sich auch die Motivation der IdeengeberInnen erhöht haben. Welche konkreten Maßnahmen sinnvoll sind, muss in jedem Einzelfall durch eine gründliche Inspektion der Verhältnisse

vor Ort entschieden werden. Der Ansatz ist jedoch gescheitert beim Versuch, bei den MitarbeiterInnen eine Arbeitsgruppe aufzubauen, die die Maßnahmen weiter vorantreibt. Noch nicht einmal eine Kern-Arbeitsgruppe der Energiebeauftragten, die sich freiwillig gemeldet hatten und bei denen eine Grundmotivation vorausgesetzt werden kann, und der Projektleitung kam auf Dauer zustande. Es waren klare Grenzen erkennbar: Kleinere, wenig (vor allen Dingen zeit-) aufwändige Dinge werden bereitwillig gemacht, zu größeren zeitlichen Investitionen ist jedoch kaum jemand bereit. Es erscheint weder möglich, (fast) alle für aufwändige Sparmaßnahmen zu gewinnen, noch einige Personen für die Beteiligung an Arbeitsgruppen, selbst wenn es dafür Anreize gibt wie im vorliegenden Fall (Belohnungskomponente). Bei den Studierenden hingegen war die Gründung einer Partizipativgruppe erfolgreich; hier gab es neben der inhaltlichen Motivation noch einen Schein als Anreiz, und die Zielgruppe der möglichen Teilnehmenden war wesentlich größer (tatsächlich nahmen deutlich weniger als 1 % der Zielgruppe an den Aktivitäten teil). Schwierigkeiten mit Partizipation und MultiplikatorInnen (Energiebeauftragte!) zeigten sich bereits in den Studien von McClelland und Cook (1980) bzw. Kielmann und Matthies (1998).

(3) *Positive Einstellung zum Energiesparen als Voraussetzung:* Wichtig ist eine grundsätzlich positive Einstellung zumindest der Mehrheit der NutzerInnen und der Institutsleitung zum Projekt und zu den Maßnahmen, sonst werden sie auf Dauer nicht erfolgreich sein. Partizipation, aber auch Information sind dazu wesentliche Instrumente. Bei dieser Information haben sich am PI Rundmails bewährt, auch Plakate und Informationen in zentralen Veranstaltungen kamen gut an. Kaum genutzt wurde die Möglich-

keit, zusätzliche Informationen aktiv aus dem WWW abzurufen. Der Umfang der Information ist ein kritischer Punkt, es kann leicht zu einer Übersättigung kommen. Bei der Art der Information sollten Sachfragen und motivierende Elemente (wie das Plakat in Abb. 2 bei Schahn, 2004) in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen, um verschiedene Personengruppen zu erreichen. Beim Projekt am PI standen die rein sachlichen Informationen zu sehr im Vordergrund.

(4) *Verantwortung zuordnen und Verantwortliche finden:* Der Erfolg von Sparmaßnahmen erfordert mindestens eine, besser mehrere

Personen, die Verantwortung für zentrale Maßnahmen (im Sinne von Tab. 1) übernehmen und die Maßnahmen koordinieren. Auch bei einem erfolgreichen partizipativen Ansatz muss es stets mindestens eine Person geben, die den Überblick hat. Wird ledig-

lich ein energieoptimierter Betrieb angestrebt, hält sich dieser Aufwand zeitlich im Rahmen. Er wird größer, wenn eine Dokumentation der Effekte angestrebt wird (Zählerablesungen) und wenn Verhaltensmaßnahmen mit einbezogen werden. Diese Erkenntnis unterstreicht das Ergebnis von Weber (2002), nach dem anstatt des NutzerInnenverhaltens mehr der Betrieb des Gebäudes und die Beschaffung von Geräten zu Spareffekten beitragen, und dafür sind in der Regel nur wenige Personen in Schlüsselpositionen verantwortlich. Solche Personen könnten auch den gemessenen Energieverbrauch des Gebäudes überhaupt im Auge haben, sich also z.B. die Jahresrechnungen überhaupt ansehen und mit den Vorjahren zu vergleichen; diese ganz einfache

Maßnahme, ohne die Mehrverbräuche oder Spareffekte kaum auffallen, unterbleibt in großen Bürogebäuden oft, weil die NutzerInnen mit Erfassung, Abrechnung und Bezahlung des Energieverbrauchs nichts zu tun haben.

(5) *Erfolgreiche Maßnahmen, Stellenwert psychologischer Interventionen:* Das Potential für Energieeinsparungen durch Maßnahmen aus der Gruppe „zentral/einmalig“ (s. Tab. 1, „energieoptimierter Betrieb“) ist am größten, das Potential von „dezentral/wiederholten“ (Verhaltens-) Maßnahmen am geringsten; beim Aufwand für die Maßnahmen verhält es sich oft gerade umgekehrt. Einmalige Maßnahmen haben zudem den Vorteil, dass sie auch noch weiter wirken, wenn ein Projekt beendet ist. Das gilt im Prinzip auch für einmalige, dezentrale Maßnahmen, jedoch gab es davon nicht so viele, und ihr Energiesparpotential war somit geringer. Bei den zentralen, wiederholten Maßnahmen kommt es entscheidend darauf an, eine Person zu finden, die die Maßnahme in ihr Arbeitsprogramm übernimmt und sich dafür verantwortlich fühlt (z.B. das Eingeben und Aufheben von Sonderzeiten bei der Heizungssteuerung, s.o.). Am schwierigsten sind die klassischen Verhaltensmaßnahmen des Typs „dezentral/wiederholt“ umzusetzen. Jede einzelne Handlung hat nur ein kleines Potential; um einen sichtbaren Effekt zu erreichen, müssen zahlreiche Personen die Handlungen oft wiederholen. Das kann in einem größeren, von Verantwortungsdiffusion gekennzeichneten sozialen System nur zum Teil gelingen. Ein weiteres Problem besteht in der hohen Fluktuation beim Personal und bei den Studierenden, die immer wieder neue Informations- und Motivationsmaßnahmen erzwingen. Aus diesen Gründen sollten *einmalige Maßnahmen* zuerst in Angriff genommen werden. Diese Aussage mag nun auf

Der Erfolg von Sparmaßnahmen erfordert mindestens eine, besser mehrere Personen, die Verantwortung für zentrale Maßnahmen übernehmen und alle Maßnahmen koordinieren

den ersten Blick nahelegen, dass technische Änderungen ausreichen; wozu dann noch die Psychologie? (i) Psychologische Maßnahmen können helfen, Akzeptanz für Änderungen bei Technik oder Organisation zu schaffen (z.B. Beschaffung anderer als der gewünschten Geräte, weil diese weniger Strom verbrauchen). (ii) Die Beteiligung möglichst vieler NutzerInnen bei der Entwicklung von Sparideen kann übersehene Potentiale aufdecken. (iii) Klassische Interventionen für individuelle, oft zu wiederholende Handlungen mit oder ohne partizipativer Komponente können in Angriff genommen werden, wenn alle sinnvollen und praktikablen Möglichkeiten des energieoptimierten Betriebs bereits ausgeschöpft sind. (iv) Einige effektive technische Maßnahmen (Dämmen, Heizungsanlage tauschen) sind kostspielig und können daher gerade im staatlichen Bereich nicht ausgeführt werden. Hier bietet sich prinzipiell zwar „Contracting“ an, aber auch dieses ist nicht in allen Fällen durchführbar und ökonomisch. Wenn also nichts anderes geht, steigt die relative Effektivität solcher psychologischer Interventionsmaßnahmen.

(6) *Wirksamkeit klassischer Interventionen:* Da die *Rückmeldungs*komponente nicht geeignet realisiert werden konnte, muss die Frage offen bleiben, welche Rolle eine Verbrauchsrückmeldung spielen könnte; in klassischen Interventionsstudien konnte jedenfalls ihre Effektivität nachgewiesen werden. Sowohl positive Rückmeldungen (es wurde gespart) als auch negative könnten anspornen, je nachdem, wie sie präsentiert werden (z.B. im negativen Fall statt „alles hat nichts gebracht“ „wir müssen mehr/anderes tun“); die Voraussetzung ist allerdings eine prinzipielle Motivation zum Energiesparen. Rückmeldungen über die Effektivität von Sparhandlungen müssten jedoch spezifischer sein, als sie im Rahmen des Projekts

geplant waren. *Belohnungen* können nur dann verhaltensfördernd wirken, wenn sie konkret sind und klar ist, was wer wann bekommt. Beides war im Projekt nicht ausreichend der Fall.

(7) *Um ein Verhalten zu ändern oder herbeizuführen, für das eine zu geringe intrinsische Motivation besteht, kann die Handlung mit etwas anderem gekoppelt werden, für das die Motivation vorhanden ist.* Beispiel: Zu Beginn des Projekts waren am PI für die MitarbeiterInnen Kopiergeräte vorhanden, die nach dem Ende des Kopierens mit einer „Energiespartaste“ vorzeitig in den Standby-Betrieb geschickt werden konnten, was aber nur wenige taten. Nach einer technischen Änderung wurde die Taste aber von fast allen NutzerInnen gedrückt. Was war geschehen? Während vorher die Berechtigung zum Kopieren über einen Steckschlüssel geregelt wurde, musste später eine Zahlencode eingegeben werden. Dieser konnte nur durch Drücken der „Energiespartaste“ unmittelbar wieder deaktiviert werden. Das Gerät nach Arbeitsende einfach zu verlassen, hätte bedeutet, jemand anders die Möglichkeit zu geben, aufs eigene Konto zu kopieren. Also drückten fast alle die Taste, die gleichzeitig den Code deaktivierte und das Gerät in den Standby-Betrieb schickte.

Kontakt

Dr. Joachim Schahn
Psychologisches Institut der
Universität Heidelberg
Hauptstraße 47-51
D-69117 Heidelberg
Tel.: ++49 (0) 6221-547 331
Fax: ++49 (0) 6221-547 734
joachim.schahn@psychologie.uni-heidelberg.de
Webadresse des Projekts:
[http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/
zentral/projekt_energiesparen/index.html](http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/zentral/projekt_energiesparen/index.html)

5 Literatur

- Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C. & Rothengatter, T. (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25 (3), 273-291.
- Griesel, C. (2004). Nachhaltigkeit im Bürokontext - eine partizipative Intervention zur optimierten Stromnutzung. *Umweltpsychologie*, 8 (1), 30-48.
- Kielmann, R. & Matthies, E. (1998). „Wir sparen Watt“ - Eine Gemeinschaftsaktion zum Energiesparen an der Ruhr-Universität Bochum. Projektbericht (Bericht Nr. 52). Bochum: Universität, Fakultät für Psychologie, Arbeitseinheit Kognitions- und Umweltpsychologie.
- Matthies, E. (2000). Partizipative Interventionsplanung - Überlegungen zu einer Weiterentwicklung der Psychologie im Umweltschutz. *Umweltpsychologie*, 4 (2), 84-99.
- McClelland, L. & Cook, W. S. (1980). Energy conservation in university buildings: Encouraging and evaluating reductions in occupants' electricity use. *Evaluation Review*, 4 (1), 119-133.
- Mosler, H.-J. & Gutscher, H. (2004). Die Förderung von Energiesparverhalten durch Kombination von instruierter Selbstverbreitung mit Interventionsinstrumenten. *Umweltpsychologie*, 8 (1), 50-65.
- Ott, V. (2001). Energiebericht der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. In <http://www.ph-heidelberg.de/org/physik/energiebericht/>, abgerufen am 08.12.2006. Heidelberg: Pädagogische Hochschule.
- Schahn, J. (1995). Psychologische Forschung zu Mülltrennung und Müllvermeidung: Möglichkeiten und Grenzen psychologischer Ansätze zur Förderung umweltschonenden Verhaltens. *Psychologische Rundschau*, 46, 104-114.
- Schahn, J. (2004). Pilotprojekt Energiemanagement an der Universität Heidelberg: Energiesparen in Universitätsgebäuden. *Umweltpsychologie*, 8 (1), 204-208.
- Siero, F. W., Bakker, A. B., Dekker, G. B. & van den Burg, M. T. C. (1996). Changing organizational energy consumption behaviour through comparative feedback. *Journal of Environmental Psychology*, 16, 235-246.
- Staats, H., van Leeuwen, E. & Wit, A. (2000). A longitudinal study of informational interventions to save energy in an office building. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 33, 101-104.
- Stern, P. C. & Gardner, G. T. (1981). The place of behavior change in the management of environmental problems. *Zeitschrift für Umweltpolitik*, 2, 213-239.
- Weber, L. (2002). *Energie in Bürogebäuden: Verbrauch und energierelevante Entscheidungen*. Zürich: vdf Hochschul-Verlag an der ETH Zürich.

Endnoten

- 1) Der genaue Wert ist 37.921.000 kWh.
- 2) Witterungskorrigiert nach HGT 20_20 VDI mit spezieller Heidelberger (anstatt Würzburger) Normierung lag der Verbrauch bei 80.170 MWh (Würzburger Normierung nicht verfügbar).
- 3) Bei der Anzahl der Räume werden auch Flure, Kellerräume und Lager mitgerechnet. Die sog. "Hauptnutzfläche" nach DIN 277 (1987) bezieht sich lediglich auf nutzbare Büro-, Unterrichts- und Archivräume, Nebenräume wie Toiletten und Flure sind nicht mitgerechnet.
- 4) Unter dem Begriff "Nachtabenkung" versteht man die Reduzierung der Vorlauftemperatur des Wassers im Heizungskreislauf in Zeiten des Schwachbedarfs, hauptsächlich nachts. Die Vorlauftemperatur ist die Temperatur des Heizwassers bei der Einspeisung in den Kreislauf, die Rücklauftemperatur wird am Ende des Kreislaufs gemessen. Die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf entspricht dem Wärmeverbrauch.
- 5) Die frühe Hochfahrzeit war erforderlich, da die weitverzweigte, alte Heizungsanlage ein bis zwei Stunden benötigte, um die Räume auf Temperatur zu bringen, in Teilen des Gebäudes jedoch ab 6 Uhr Arbeitsbeginn war (Werkstätten, Hausmeister, Reinigungspersonal).

- 6) Trotz des Projektbeginns im *Juli* 2001 war es nicht möglich, anstatt der Kalenderjahre Referenzzeiträume von Juli zu Juni des Folgejahres zugrunde zu legen, da für die Nulllinie des Energieverbrauchs keine Zählerablesungen jeweils zum 1.7. vorhanden waren.
- 7) Bei der Witterungskorrektur wird der Absolutverbrauch mit einem Korrekturfaktor multipliziert, der sowohl den Temperaturverlauf berücksichtigt, als auch eine Normierung von unterschiedlichen Ortslagen in Deutschland vornimmt. Angewandt wurde die VDI-Normierung HGT 20_15 (Norm des Vereins deutscher Ingenieure als Richtliniegeber); diese geht davon aus, dass geheizt werden muss, wenn die Außentemperatur 15 Grad Celsius oder weniger beträgt, und dass die Zieltemperatur der Räume bei 20 Grad liegt. Die Normierung wird bundesweit auf den Witterungsverlauf der Stadt Würzburg vorgenommen.
- 8) Ohne diese Anpassungen wäre der Ertrag 20.212,22 € gewesen; so wird es auch in der Ergebnistabelle im WWW ausgewiesen. Grund für die Anpassungen waren Verrechnungen für die nicht vom Institut genutzte Gebäudefläche sowie ein 7 %-iger Abschlag für die wegen der defekten Heizungssteuerung überhöhten Vergleichswerte der Nulllinie. Der Strompreis veränderte sich während des Projektzeitraums und lag pro kWh 2001 bei 14,19 und danach bei 11,63 Cent, der Fernwärmepreis bei 46,39 (2001) bzw. 46,446 Euro pro MWh.
- 9) Diese Werte sind nicht in den anderen Ergebnistabellen enthalten, da dort immer mit der Nulllinie und nicht mit dem Vorjahr verglichen wird; sie sind aber daraus erchenbar.

Wirtschaftspsychologie

3-2007

Soft Skills im Führungskontext

Herausgeberinnen: Astrid Schütz, Lioba Werth

Soft Skills im Führungskontext

A. Schütz, L. Werth

Gezeigte und berichtete Emotionale Intelligenz bei Führungskräften - Zusammenhänge zu Aspekten der Führungstätigkeit

S. Simchen, J. Hertel, A. Schütz

Die Bedeutung des regulatorischen Fokus im Führungskontext

A. Steidle, L. Werth

Selbstüberschätzung und Gefühle der Unzulänglichkeit im Management. Narzisstische Verhaltensmuster und Ansätze für Coachingprozesse anhand eines Fallbeispiels

C. Kaul, A. Vater, A. Schütz

Einfluss nehmen und Einsicht gewinnen - gegen die Verführung der Macht

W. Scholl

Selbst- und Fremdwahrnehmung von Führungseigenschaften

S. Sczesny, J. Bosak

E-Leadership und die Bedeutung Verteilter Führung

J. E. Hoch, P. Andreßen, U. Konradt

Separata

Psychologische Mechanismen bei Preiswahrnehmungen im Rahmen der Euro-Einführung

T. Greitemeyer, E. Traut-Mattausch, E. Jonas, R. Klendauer, D. Frey, S. Schulz-Hardt

Einkommensteuergesetz: Begründung der vorhandenen Ausnahmetatbestände ethisch bedenklich

E. H. Witte, C. Mölders

➔ www.wirtschafts-psychologie.net

PABST SCIENCE PUBLISHERS

Eichengrund 28, D-49525 Lengerich

Tel. ++ 49 (0) 5484-308, Fax ++ 49 (0) 5484-550

E-Mail: pabst@pabst-publishers.de

www.pabst-publishers.com, www.psychologie-aktuell.com

