

Kostenoptimierung bei Schulgebäuden



*Metropolregion
Rhein-Neckar*

EnergieEffizienzAgentur.E2A



Verschwendung behindert Entwicklung

Sehr geehrte Damen und Herren,

Sind die Deutschen nicht das Volk der Dichter und Denker, der Nobelpreisträger und der Erfinder revolutionärer technischer Meilensteine wie des Automobils und des Computers?

Ist dies „Schnee von gestern“? Die PISA-Studie verweist uns im internationalen Vergleich auf die hinteren Ränge.

Ein rohstoffarmes Land wie Deutschland muss zum Mithalten im globalen Wettbewerb alles daran setzen, die Ausbildung seiner Menschen, ihre intellektuellen Fähigkeiten und ihr handwerkliches Können auf breiter Front zu entwickeln. Die Kinder müssen weg von der „Glutze“, weg von geistiger und körperlicher Trägheit – sie müssen wieder Freude haben am Lernen, Werken, Experimentieren, Spaß daran, das Gelernte anzuwenden und zu erweitern.

Elite-Universitäten sind wichtig. Wir brauchen Eliten aber nicht nur im akademischen Bereich, sondern breiter aufgestellt; im Vordenken genauso wie in der hochwertigen Umsetzung. Doch Bildung und Ausbildung kosten viel Geld. Und leider greift die öffentliche Hand viel zu oft in leere Kassen.

Neue Finanzierungs- und Betreibermodelle wie Patenschaften, Stiftungen oder Public-Private-Partnership* sollten angestrebt werden. Auch die Übernahme von Lehr- und Ausbildungstätigkeiten durch engagierte Bürger kann helfen, den Schulbetrieb 100 Prozent durchzuführen, zu modernisieren und die Ausbildung zu verbessern.

Der Pädagoge Bernhard Bueb, schreibt in seinem Buch „Lob der Disziplin – eine Streitschrift“: „...Die Gebäude müssen zu attraktiven Orten der Begegnung umgebaut werden und Lehrer müssen akzeptable Arbeitsplätze erhalten...“

Die Finanzierung eines attraktiven Schulbetriebs wäre leichter möglich, würde nicht ein Teil der kargen Finanzmittel immer noch wortwörtlich „verbrannt“. Durch „Energiefächer“ in Gebäuden, durch die teure Heizenergie nutzlos entweicht. Gemessene

Verbräuche von bis zu 60 Liter pro m²/Jahr sind eine Schande. Dabei können auch Schulgebäude das EnEV-Ziel von 7 Litern Heizöl erreichen.

Bueb führt weiter aus: „...es gibt die triviale Wahrheit: Äußere Ordnung führt zu innerer Ordnung, oder noch pointierter, innere Ordnung kann sich nicht ohne äußere Ordnung entwickeln...“

Für unser Thema heißt das: Schulgebäuden, die Energieschleudern sind, fehlt die äußere Ordnung. Und den Schülern damit die Voraussetzung für konsequentes Lernen – die innere Ordnung. Auf dem Weg zur äußeren Ordnung muss man nicht wegen fehlender Mittel für die komplette energetische Sanierung resignieren. Oft sind es schon die kleinen Maßnahmen, die richtig Geld sparen. Sichtbarmachen der Verbräuche, Verschließen der Energiefächer, gehören dazu. Auch Energie-Einspar-Contracting.** Mit relativ geringen Mitteln kann durch professionellen Einsatz von Fachleuten und deren Technologien, ein Vielfaches eingespart werden.

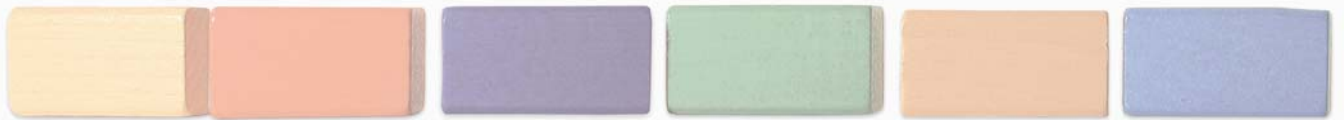
Allen Schulträgern und Entscheidern empfehlen wir die Lektüre dieser fünften E2A-Broschüre. Sie zeigt, wie mit „Kleinem“ „Großes“, zum Nutzen unserer Schülerinnen und Schüler, zum Nutzen unseres Landes und seiner Menschen, bewirkt werden kann.



Dipl.-Ing. (TU) Albrecht Göhring
Geschäftsführer
EnergieEffizienzAgentur
Rhein-Neckar gGmbH

* Siehe hierzu die E2A-Broschüre „Public-Private-Partnership als effiziente Lösung im kommunalen Hochbau“

** E2A-Broschüre „Energie-Einspar-Contracting in der Metropolregion Rhein-Neckar“



Endlich einmal eine gute Nachricht zur Haushaltslage: Wir möchten Ihnen helfen, Ihre Einsparpotentiale im Schulbetrieb zu erkennen und zu realisieren.

Die Ausgangssituation:

Es gibt kaum eine Kommune in der Metropolregion, die nicht unter einer angespannten Haushaltslage leidet – obwohl bereits alle Register der Einnahmenbeschaffung gezogen sind. Oder weitere Belastungen problematisch wären. Von Bürgerschaft und Gewerbe dringend gewünschte Investitionen wurden zurückgestellt. Genau so wie manche eigentlich notwendige Sanierung, weil die Mittel nur für Reparaturen reichen.

Ein großer Betrag des Verwaltungshaushaltes wird für die Bewirtschaftung der Schulen benötigt. Unter den neun nachstehend aufgeführten Kostenstellen bieten in der Regel mindestens vier erhebliche Einsparmöglichkeiten. Sie sind grün hervorgehoben.

- Personalausgaben
- Unterhaltung der Grundstücke und baulichen Anlagen
- Reparatur und Wartung
- Heizung, Brennstoffe
- Reinigung
- Strom, Wasser
- Grundsteuer
- Abfallgebühren
- Versicherungen

Auch der Haushaltsbereich Schulen hat einen Fixkostenanteil. Allgemein gilt dieser als nur langfristig beeinflussbar. Doch auch hier gibt es kurz- bis mittelfristig wirksame Gestaltungsmöglichkeiten, wie Sie später lesen werden.

Das Angebot:

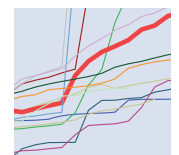
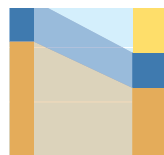
Es bedarf einer kritischen Analyse aller Aufgaben und der damit verbundenen Ausgaben, um Einsparpotentiale zu realisieren.

Das Ziel bleibt dabei immer, dass Ihre Mittel zielgerichtet und so effizient wie möglich eingesetzt werden. Lassen Sie sich dabei von ausgewiesenen Experten unterstützen. Die in diesem Bereich erfahrenen Unternehmen und Institutionen, alle sind Netzwerkpartner der Energie-EffizienzAgentur der Metropolregion Rhein-Neckar, stellen sich auf den folgenden Seiten selber vor.

Nutzen auch Sie Ihre Möglichkeiten zur Kosteneinsparung. Nehmen Sie dazu bitte Kontakt auf mit den Ansprechpartnern, die wir am Ende der Beiträge nennen.

Die Perspektive:

Das Gespräch lohnt sich. Durch die eingesparten Mittel im schulischen Bereich eröffnen sich Handlungsspielräume für Rückstellungen oder die Verwendung an anderer Stelle.



Kommunales Energiemanagement

Energiemanagement wird für die Kommunen angesichts der steigenden Energiepreise immer wichtiger. Die Praxis zeigt: Mit kleinem Aufwand kann oft schon Großes bewirkt werden.

Die Energiekosten für die kommunalen Liegenschaften betragen durchschnittlich 30 - 35 € pro Einwohner, d. h. eine Gemeinde mit 10.000 Einwohner gibt im Jahr ca. 300.000 bis 350.000 € für Wasser, Strom und Wärme aus. Die größten Verbraucher sind neben dem Rathaus häufig Schulen und Sporteinrichtungen.

Unsere Erfahrungen zeigen, dass in den Kommunen, in denen konsequente Energiesparmaßnahmen durch „weiche“ Maßnahmen (organisatorische oder gering-investive Optimierungsmaßnahmen) realisiert wurden, die Energiekosten um durchschnittlich 10 bis 15 Prozent gesenkt werden konnten.

Die ersten Schritte zum Erfolg

Ermittlung des jährlichen Energieverbrauchs und Bildung von Energiekennwerten

Zur ersten Bewertung des Energieverbrauches ist es sinnvoll je einen Kennwert für Strom, Wärme und Wasser zu bilden (Jahresenergieverbrauch pro Gebäudenutzfläche) und diesen mit bundesweiten Vergleichszahlen zu bewerten. So können Prioritäten für das weitere Vorgehen festgelegt werden. Eine Grundschule hat z. B. einen durchschnittlichen Wärmeverbrauchskennwert von 122 kWh/m²a.

Überprüfung und Anpassung der Nutzungszeiten

Häufig haben die eingestellten Nutzungszeiten und vorgegebenen Temperaturen nichts mit den tatsächlichen Bedürfnissen zu tun. Eine regelmäßige Überprüfung und Anpassung ist erforderlich. Dies gilt auch für neue Heizungsanlagen. Häufig findet man werkseitige Einstellungen, die die Heizung auch am Wochenende laufen lassen.

Regelmäßige Verbrauchskontrolle

Bei großen Energieverbrauchern wie Schulen lohnt es sich, durch monatliche Zählerablesungen den Verbrauch regelmäßig zu kontrollieren und auszuwerten. Technische Defekte und der damit verbundene erhöhte Verbrauch werden zeitnah festgestellt. So kann z. B. der unterirdische Wasserrohrschaden schnell entdeckt und behoben werden.

Regelmäßige Begehungen bei denen die technischen Anlagen einer Überprüfung unterzogen werden und auch der bauliche Zustand des Gebäudes dokumentiert wird, bilden dann die Grundlage um energiesparende Sanierungsmaßnahmen vorzubereiten.

Häufig werden jedoch die vorhandenen Potentiale nicht realisiert. Entweder fehlen die finanziellen Mittel oder die personellen Voraussetzungen. Oft sogar beides. Energie-Einsparcontracting kann der Kommune eine gute Möglichkeit bieten, dieses Problem zu lösen. Durch ein Ausschreibungsverfahren wird ein Dienstleister ermittelt, der die finanziellen Mittel bereitstellt und über das technische Know-How verfügt die Energieeinsparpotentiale zu realisieren und deshalb bereit ist diese vertraglich zu garantieren.

Kontakt:

KIiBA gGmbH

Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur

Heidelberg - Nachbargemeinden

Dr. Klaus Kessler, Geschäftsführer

Wielinger Weg 21 · 69123 Heidelberg

Telefon: 06221 603808

E-mail: k.kessler@kliba-heidelberg.de

www.kliba-heidelberg.de



Begehung vor Ort mit
Überprüfung und
Einstellung der Regelung





Schulen lernen Einspar-Contracting kennen

Schulen, aber auch die Stadtverwaltungen als Schulträger wissen genau, wie sehr sich veraltete Heizanlagen und andere Mängel mit hohen Energiekosten bemerkbar machen. Zukünftig wird das Einspar-Contracting der MVV Energiedienstleistungen GmbH diese Kostensituation ändern.

Neuer Weg für neun Schulen

Um die jährlichen Energiekosten und den CO₂-Ausstoß deutlich zu senken, entschloss sich die Mannheimer Stadtverwaltung einen neuen Weg zu beschreiten. Sie fasste neun Schulen für ein Pilotprojekt im Juli 2003 für eine Bestandsaufnahme zusammen. Wo und wie Energiekosten eingespart werden können, zeigte eine umfassende Analyse der MVV-Experten. Ein klarer Fall fürs Einspar-Contracting.

Langfristiger Vorteil

Eine wichtige Voraussetzung für ein wirkungsvolles Contracting ist die Installation neuester Wärme-, Heizungs-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Auch Lüftungsanlagen, Beleuchtung und Gebäudeautomation sollten modernisiert werden. Danach garantieren die Verträge zum Einspar-Contracting 15 Jahre lang eine

Kostensenkung von rund 18 Prozent jährlich.

Dr. Gerhard Mersmann, Fachbereichleiter Bildung der Stadt Mannheim, begrüßt diese verbesserte Energiebilanz: „Contracting entlastet den städtischen Geldbeutel um etwa 200.000 Euro pro Jahr.“ Die eingesparten Energiekosten kann der Schulträger zur Finanzierung notwendiger Maßnahmen nutzen – ohne weitere Finanzmittel aufzuwenden.

Weniger Emissionen

In zwei Mannheimer Schulen aus dem Pilotprojekt erneuerte MVV Energiedienstleistungen im Oktober 2004 die sanierungsbedürftigen Wärmeerzeugungsanlagen. Es wurden zeitgemäße Gas-Brennwertkessel eingesetzt. Die moderne Brennstofftechnik ermöglicht eine optimale Dimensionierung der Anlage, einen deutlich verringerten Brennstoffeinsatz und eine Senkung der Emissionen. Insgesamt konnten die ausgewählten Schulen ihren CO₂-Ausstoß um etwa 1.150 t reduzieren.

Zusätzliches Plus

Die MVV-Experten setzen bei der Ausstattung der Klassenräume immer wieder auf eine Einzelraum-Temperaturregelung. Diese ist energieeffizient und komfortabel, denn oft werden die einzelnen Räume zeitlich völlig unterschiedlich genutzt. Die Vorteile der Einzelraumregelung liegen einerseits bei der Energieeinsparung und andererseits beim Gegensteuern von Störfaktoren wie Wind und Fremdwärme. Optimierungsprogramme passen die Energiezufuhr allen Gegebenheiten optimal an.



Einsatz von Frequenzumformern für energieeffiziente Lüftungsanlagen



Noch gezielter sparen

Auch eine bedarfsgerechte Steuerung der Lüftungsanlagen führt zu deutlichen Einsparungen. Darum kümmert sich MVV Energiedienstleistungen beim Contracting ebenfalls. Ein weiteres Augenmerk liegt auf der Dämmung von Heizungsverteilen, Rohrleitungen, Pumpen und Armaturen, um eine übermäßige Wärmeabstrahlung zu vermeiden.

Energie und Kosten lassen sich aber auch für die Warmwasseraufbereitung bei der Umstellung von teuren Speicherverfahren auf effiziente Durchlaufverfahren erzielen. Sogar bei einer Fernwärme-Unterstation lohnt sich die Umstellung auf Direct-Digital-Control-Regelung (DDC), die nutzungsgerecht und verbrauchsoptimal steuert, regelt und überwacht.

Fit fürs Energie-Management

Natürlich benötigen die Hausmeister der Schulen und technischen Angestellten der Stadt eine gute Einweisung für den Betrieb und die Instandhaltung aller installierten Systeme. Schulungen hat MVV Energiedienstleistungen bereits erfolgreich durchgeführt.

Ein Fallbeispiel

Der jährliche Kostenaufwand für die Energieversorgung der Geschwister-Scholl-Schule in Mannheim-Vogelstang betrug vor Projektteilnahme 152.000 Euro. Auch die CO₂-Emissionen von 766 Tonnen waren recht hoch. Dank des Einspar-Contractings von MVV Energiedienstleistungen GmbH sanken Kosten und Umweltbelastung um 18 Prozent.

„Wir sind glücklich, durch die Beteiligung an diesem Modellprojekt eine Modernisierung unserer Energieversorgungsanlagen zu erreichen“, betonte der Schulleiter der Geschwister-Scholl-Schule, Roland Steffen. „Energiesparen ist dadurch zu einem ganz praktischen Thema an unserer Schule geworden.“

Kontakt:

MVV Energiedienstleistungen GmbH

Herr Mathias Kura

Luisenring 49

68159 Mannheim

Telefon : 0621 290-3561

Fax: 0621 290-2727

E-Mail: m.kura@mvv.de

www.mvv-edl.de

Sanierung der Heizzentrale mit modernen Erdgas-Brennwertkesseln

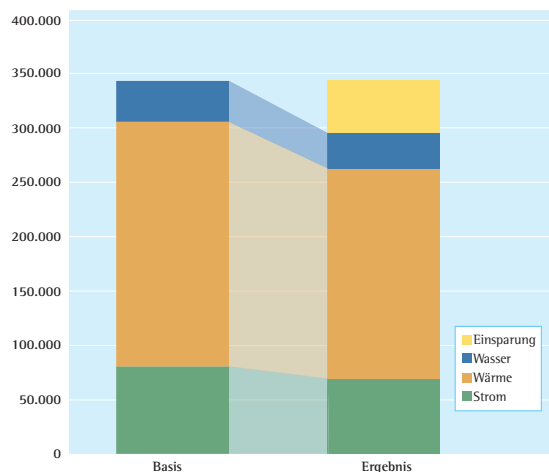




Das Einsparpotential ist groß

Energiesparverträge mit Erfolgsgarantie – auch Performance Contracting genannt – bringen Wirtschaftlichkeit und Wohlbefinden, Service und Sparen, Ökonomie und Ökologie, auf den ersten Blick widersprüchliche Begriffe, durch bedarfsorientierte Gebäudeautomation auf einen Nenner. Das Einsparpotential an Energieaufwendungen in Gebäuden ist groß. So lassen sich gerade im Bereich der Licht-, Wasser und Wärmeversorgung hohe Energieeinsparpotentiale für neue Investitionen freisetzen. Strom- und Wärmeverbrauch machen in Schulen häufig über 80 % der Versorgungskosten aus.

Hier setzt Johnson Controls mit seiner intelligenten Anlagen- und Regelungstechnik an. Neben klassischen Controlling-Maßnahmen, einer Schwachstellenanalyse und dem Aufzeigen von wirtschaftlich vertretbaren Investitionen zur Modernisierung der Regelungstechnik, ist vor allem die System- und Anlagenoptimierung von Bedeutung. Das ermittelte Potential für Energieeinsparungen wird vertraglich abgesichert. Erforderliche und notwendige Investitionen werden später durch die von Johnson Controls vertraglich garantierten Energieeinsparungen refinanziert. Am Ende steht dann die Einführung eines Energie-Controllings zur Auswertung und Überwachung des Energieverbrauchs mit automatischer Datenübertragung. Geeignet ist dieses Konzept sowohl für ein einzelnes Projekt, als auch für mehrere Projekte / Schulen, die in einem „Contracting-Pool“ gebündelt werden.



Welche Einsparpotentiale im Einzelnen durch intelligente Anlagen- und Regelungstechnik in den Bereichen Wasser, Strom und Wärme sowie durch die Einführung eines Energie-Controllings auf Basis der Gebäudeautomation realisiert werden, zeigt folgendes Beispiel auf.

Bis zum Jahr 2002 betragen die Gesamtenergiekosten von drei Liegenschaften jährlich ca. 343.000 €. Der Hauptanteil der Versorgungskosten von 89,6% wurde von Strom- und Wärmekosten verursacht. Johnson Controls garantierte ein Einsparpotential von 14% jährlich, bei einer Laufzeit von elf Jahren. Folgende Einzelmaßnahmen wurden realisiert:

- Einsatz der digitalen Regelungstechnik iPM-L, der die Stromversorgung von Beleuchtungskreisen beliebiger Art mit Analyse- und Lichtmanagement-Funktionen verbindet und hohe Wirtschaftlichkeit mit physiologischen Bedürfnissen in Einklang bringt, d.h. optimierte künstliche Beleuchtung.
- Um Heizkosten zu sparen, wurde die vorhandene digitale Regelung dahingehend optimiert, dass eine signifikante Temperaturabsenkung außerhalb der Nutzungszeit erfolgt.
- Durch den Einsatz druckunabhängiger Regler wurde der Wasserverbrauch deutlich gesenkt. Daneben wurden auch dringende erforderliche Sanierungsmaßnahmen der Trinkwasserleitungen durchgeführt.

Um den Nachweis der garantierten Einsparung zu erbringen, wurden zudem die Zählerstände der relevanten Energieträger regelmäßig digital, zur Übertragung an die Johnson Controls Energie-Controlling-Zentrale, erfasst.

Kontakt:

Johnson Controls Systems & Service GmbH
Hartmut Vordermaier
Gottlieb-Daimler-Straße 8 · 68165 Mannheim
Tel: 0621 468-0 · Fax: 0621 468-654
E-Mail: Hartmut.Vordermaier@jci.com
www.johnsoncontrols.com

Kosten senken, Verwaltungsaufwand reduzieren

wandel, die ökonomischen Anforderungen steigen und der Erfolgsdruck wächst. Dies gilt insbesondere für das Betreiben von Gebäuden und Liegenschaften, sei es im Bereich der privatwirtschaftlichen Unternehmen oder der „öffentlichen Hand“. Die Herausforderung liegt darin, ihren Wert zu erhalten, wenn möglich zu steigern, dabei gleichzeitig die Kosten zu senken und den zuverlässigen Betrieb sicherzustellen. Dabei sind auch viele „kleine Posten“ von großer Bedeutung, denn jede Schwachstelle belastet das Budget. Eine äußerst komplexe Aufgabe, die viel Erfahrung, Know-how und Manpower erfordert – eine Aufgabe für die SKE Facility Management GmbH (SKE FMG), eine Tochter der SKE-Gruppe!

Die Firma SKE (Services Klee Ehrenfels) beschäftigt sich seit 1976, als ehemalige Abteilung der KLEE KG, mit der Instandhaltung, Instandsetzung und Betrieb von öffentlichen Gebäuden und Liegenschaften. Die SKE FMG mit Hauptsitz in Mannheim verfügt über Niederlassungen und Stützpunkte in ganz Deutschland. Dies sichert die flächendeckende Betreuung und die Nähe zu den Kunden. Die Leistung der SKE Gruppe betrug 2005 circa 254 Millionen Euro.

Hausmeister – Die gute Seele des Hauses

Der Hausmeister ist der Schlüssel zum erfolgreichen Betreiben einer Immobilie. Oft werden seine Leistung

Die globalisierte Wirtschaftswelt befindet sich in einem permanenten Struktur-

und Kompetenz unterschätzt. Er trägt mit seiner Arbeit zum guten Image bei und spielt eine Hauptrolle bei der vorbeugenden Wartung, zum Beispiel eines Flachdaches. (Samenflug entfernen, schadhafte Dachhaut eindichten oder Regenwasserabläufe von Laub befreien.) Wenn der Fensterbeschlag nicht mehr zuverlässig funktioniert, wird sofort reagiert und nicht gewartet, bis der Flügel nicht mehr nutzbar ist. Rechtzeitig entdeckte Mängel schützen das Gebäude vor größeren Schäden, insbesondere wenn der Betreiber, wie SKE, eine sofortige Instandsetzung garantiert. Die Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes wird nicht mehr dem Zufall überlassen, sondern von Hausmeistern und Fachleuten mit Kernkompetenz gesteuert. Entsprechende Aus- und Weiterbildung macht sensibel und spart Kosten.

Personalübernahme – „Werden wir verkauft?“

Das sind die größten Ängste, die bei einer Personalübernahme vom öffentlichen Dienst zum privaten Partner entstehen. Wie sicher ist der Arbeitsplatz? Was bleibt noch übrig von den Vergünstigungen? Was passiert mit der Altersversorgung? Dies kann alles in einem partnerschaftlichen Miteinander gelöst werden.

Eine gelungene Personalübernahme der Hausmeister belegt das bisher größte Public-Private-Partnership (PPP) Projekt des Kreises Offenbach. Hier wurde das Sanieren und Betreiben von 41 Schulen durch den privaten Partner SKE übernommen. Der Einstieg des „Privaten“, in die Zusatzversorgung (ZVK) erleichtert die Personalübernahme. Der Erfolg eines Projektes hängt von dem Motivieren des „Know-how“-Trägers, dem Hausmeister, ab.





Der offene Erfahrungsaustausch mit bereits „Übernommenen“ erleichtert seine Entscheidung erheblich. Eine behutsame Vorgehensweise und ehrliche Kommunikation tragen zum Gelingen bei. Schulungen und zusätzliche Fachausbildungen erhalten und fördern die Motivation. Verantwortung übernehmen, Entscheidungen treffen, Verbesserungen anregen sind Schlüssel zum nachhaltigen Erfolg. Verkürzte Verwaltungsprozesse sorgen für Arbeitserleichterung.

Reinigung

Die Visitenkarte des Betreibers ist die Reinigung. Ein optimales Reinigungskonzept ist mit Abstimmung des Nutzers umzusetzen. Erfahrene Reinigungsmeister steuern zielsicher diesen Prozess. Erhebliche Kostenersparnisse bringen so genannte „Reinlaufzonen“ (Fußabstreifmatten mit Schmutzfang reinigen und trocknen die Schuhe beim Betreten der Gebäude.).

Kleininvestitionen

Bereits bei der Planung eines Gebäudes wird über die Höhe der späteren Bewirtschaftungskosten entschieden. Konstruktion und Ausstattung haben großen Einfluss auf die Folgekosten. Befinden sich zum Beispiel im Dachbereich Holzelemente, die der Witterung ausgesetzt sind, hat dies mehrfache Malerarbeiten zur Folge. Wird gleich wetterfest verkleidet, reduziert dies den späteren Instandhaltungsaufwand drastisch.

Weiteres Beispiel: Installationen von elektronischen Energiemessern helfen, die Verbräuche zu senken und

Kosten zu sparen. Kleininvestitionen schützen den Gebäudebestand und verlängern die Standzeiten. Nur wenn Messwerte von den diversen Verbrauchsbereichen eines Gebäudes vorhanden sind, kann über Kosten senkende Maßnahmen nachgedacht und investiert werden. Kostensenkungen in einer Größenordnung von bis zu dreißig Prozent sind dauerhaft möglich. Natürlich ist die zu erbringende Investition von den Kosten abzusetzen. Bei vielen Maßnahmen amortisieren sich Investitionen bereits nach zwei - drei Jahren. Wichtiger ist aber, dass sie für die Restlaufzeit und die Weiternutzung der Gebäude Ersparnisse in einer Größenordnung von zwanzig bis dreißig Prozent dauerhaft generieren können.

Quintessenz

Die Facility-Management-Dienstleistungen der SKE-Gruppe bieten nicht nur wertvolle Beiträge zur Kostensenkung. Sie reduzieren auch den Verwaltungsaufwand und befreien von Ad-hoc-Entscheidungen bei Ausfällen und Reparaturen.

Kontakt:

SKE GmbH

Eva Lenz-Greenhough · PR und Öffentlichkeitsarbeit

Siegmund-Schuckert-Str. 3 · 68199 Mannheim

Telefon: 0621 85097-31 · Fax: 0621 85097-49

E-Mail: lenz@ske-online.de

www.ske-group.com





Praxisbeispiele



Viele Ansätze können zum Einsparen von Energie und Wasser an unseren Schulen führen. Das haben schon in der Vergangenheit viele Gemeinden und Schulen erkannt. Die beiden Berichte aus der Praxis zeigen, was eine Schule in der Zusammenarbeit von möglichst vielen Beteiligten tun kann und welche Ansätze beim Schulträger Gemeinde erfolgreich sind. Dabei geht es in diesem Zusammenhang ausdrücklich nicht um Maßnahmen, die einen hohen Kapitaleinsatz erfordern. Sicher ist die Wahl der Beiträge willkürlich. In vielen Gemeinden wird schon jetzt erfolgreich versucht, Energie zu sparen und damit die Umwelt zu schonen und Unterhaltungskosten zu reduzieren. Der Verein für kommunale Projekte (Vkp) würde

sich freuen, wenn ihm zusätzliche Praxisbeispiele mitgeteilt würden, um sie an Interessenten weitergeben zu können.

Der Vkp hat das Ziel, Gemeinden bei ihrer Aufgabenerfüllung zu beraten. Insbesondere geht es um die Vermittlung von Informationen bei innovativen Ansätzen im kommunalen Handeln.

Bei Interesse wenden Sie sich bitte an:

Verein für kommunale Projekte e.V. · Oberbürgermeister a.D. Uwe Kleefoot

Apfelstraße 6 · 69469 Weinheim

Telefon: 06201 3921-21 · Fax: 06201 3921-22 · E-mail: kleefoot@vcp-online.de



Zur Energieeinsparung ein Bündel von Maßnahmen Aktivitäten der Stadt Weinheim

Die Ursachen hoher Energieverbräuche sind allen Nutzern von Schulgebäuden bekannt. Die Mittel, sie zu senken, auch. Dennoch sind regelmäßige Informationen an die Nutzer sinnvoll. Spürbare Einsparungen werden erzielt, wenn eine „Lokomotive“ an der Schule tätig wird und sich mit

enden werden Raumtemperaturen abgesenkt. Ein stundenplanabhängiger Betrieb bringt weitere Einsparungen. Hierzu gehört es auch, dass schon vor dem täglichen Unterrichtsende abgeschaltet wird. In den Nachmittags- und Abendstunden werden Veranstaltungen in Räume gelegt, die zu gleichen Heizkreisen gehören.

Beratern aus der Verwaltung oder professionellen Energieagenturen abstimmen kann.

Hilfreich ist die **Zusammenarbeit von Schulleitung, Lehrern, Hausmeistern und Schülern**. Den Anstoß zu Energiesparaktionen kann jeder von ihnen geben.

Patentrezepte für alle Schulen gibt es nicht. Allerdings stehen eine Vielzahl von Maßnahmen zur Verfügung, die je nach Gebäudestandard unterschiedliche Ergebnisse bringen.

Wir haben in Weinheim in den letzten Jahren

- zahlreiche alte **Heizungsanlagen** in allen größeren Gebäuden ersetzt und zum Teil Energieeinsparungen von über 20 bzw. 30 % erzielt,
- anlässlich solcher Investitionen **Laufzeiten von Heizungen verkürzt**. In den Ferien und an den Wochen-

- **Raumtemperaturen gesenkt**. Sie sind, soweit technisch möglich, unterschiedlich für Klassenzimmer, Flure, Turnhallen etc. festgelegt.

- Heizungen werden nicht nur von Sommer auf Winterbetrieb umgestellt, sondern es wird auch reagiert, wenn ein Dezember wärmer als sonst oder ein März kälter als in Vorjahren ist. Dies ist dort leichter möglich, wo eine Fernregulierung über Modems erfolgen kann.

- Wir haben den Energieverbrauch für die **Erwärmung von Warmwasser** reduziert. Das Reinigungspersonal braucht für die tägliche Arbeit kein warmes Wasser. Falls erforderlich kann ein **kleiner** Boiler installiert werden. Schüler duschen nur in sehr wenigen Schulen. An manchen Tagen wird auch in den Abendstunden nicht geduscht. Es wird also später oder gar nicht aufgeheizt.



- Weiter wurde das **Volumen von Boilern** reduziert. Mehr als einmal wurden Warmwasserbehälter mit mehreren 100 Litern Inhalt ersatzlos vom Netz getrennt. Bei der Erneuerung von Anlagen ist eine deutliche Verringerung des Volumens die Regel. Ergänzt werden können solche Maßnahmen durch die Reduzierung der Duschköpfe. Dies ist auch aufgrund der Legionellenproblematik vorteilhaft.

Selbstverständlich muss es sein, dass die **Beleuchtung** nach Unterrichtsende ausgeschaltet wird und Fenster zu schließen sind.

Hilfreich ist bei der Steuerung der Beleuchtung eine **Gebäudeleittechnik**, die Flure in den Pausen stärker erhellt, Lampen in Klassenräumen nach Unterrichtsende automatisch abschaltet und bewegungs- bzw. helligkeitsabhängig reagiert.

(Energie-) wirtschaftlich kann es sein, insbesondere in höheren Räumen Leuchtmittel regelmäßig komplett zu wechseln und auch durch Energiesparlampen zu ersetzen. Eine **Dienstanweisung** der Verwaltung sollte Rahmenrichtlinien setzen. Sie sind allerdings keine konkrete Handlungsanweisung für das jeweilige Gebäude bzw. für den Einzelfall.

Um sie mit Leben zu füllen, werden unsere **Hausmeister** einmal pro Jahr geschult. Förderlich ist bei solchen regelmäßigen Treffen der Gedankenaustausch zwischen den jeweiligen Gebäudeverantwortlichen.

Notwendig für die Auswahl von sinnvollen Maßnahmen sind Informationen sowie Statistiken über die Energieverbräuche pro Gebäude. Dies sind zunächst einmal jährliche Energieberichte. Sie können ergänzt werden durch monatliche Verbrauchserhebungen in größeren Objekten. Sinnvoll ist es auch, die tatsächliche Nutzung von Turnhallen und Duschen so genau wie möglich zu kennen (s.o.).

Beschafft wurde eine „Lüftungsampel“. Dieses Gerät misst über den CO₂-Gehalt die Luftqualität und zeigt durch Leuchtdioden an, wann gelüftet werden sollte.

Wir haben nämlich auch festgestellt, dass in vielen Klassenräumen leider nicht in den Pausen stoßgelüftet wird und Schüler dann in den späteren Schulstunden über Kopfschmerzen und andere Beschwerden klagen.

An wenigen Schulgebäuden erwärmen wir unser Wasser mit Kollektoren. Ein flächendeckender Ausbau an allen Schulen ist zur Zeit aus finanziellen Gründen nicht möglich.

Energiesparen an kommunalen Gebäuden ist als Prozess zu verstehen, bei dem zum ständigen Erkennen und Beheben viele Beteiligte zusammenarbeiten müssen. Wir versuchen zentrale Anstöße zu geben, Schwachstellen zu beseitigen.

Diese Aufgabe wird sich auch in Zukunft, erst recht bei steigenden Energiepreisen, weiterhin stellen.

Kontakt:

Manfred Schmitt

Leiter des Bauverwaltungs- und Hochbauamts der Stadt Weinheim

Telefon: 06201 82327

E-mail: m.schmitt@weinheim.de





Praxisbeispiele



Energie sparen lohnt sich in mehrfacher Hinsicht! Energiesparaktivitäten an der Martin-Luther-Schule Rimbach

Für das vergangene Schuljahr wurde die Martin-Luther-Schule Rimbach vom Kreis Bergstraße im Rahmen des Pädagogischen Prämienmodells belohnt, mit 1467,- €. Und zwar dafür, dass sie mit ihrer Energie-AG dafür Sorge trägt, die Energieverschwendung zu minimieren. Im Rahmen der Energie-Wette der BUNDjugend im Jahr 1998 hatte die Arbeit begonnen. Die damalige Erfolgsbilanz konnte sich im Vergleich zur Heizperiode 1997 sehen lassen: Rund 10 Prozent des Gasverbrauchs und sogar etwa 30 Prozent des Stromverbrauchs waren eingespart worden.

Zu den seitdem **regelmäßig durchgeführten Aktivitäten** an der MLS gehören:

- Wöchentliche Treffen der Mitarbeiter der Energie-AG, bei denen u.a. das Schulgebäude auf energetische Schwachstellen hin analysiert wird mit dem Ziel, diese zu beseitigen.

- **Tägliche Energierundgänge** von Mitgliedern der Energie-AG nach dem Unterricht, bei denen offene Fenster geschlossen, brennende Lichter gelöscht und Heizungseinstellungen überprüft werden.
- **Schulungen der in den Klassen und Kursen gewählten Energiesparbeauftragten**, damit sie zur Einhaltung der Energiespartipps beitragen, die in allen Räumen auf Hinweistafeln gegeben werden.
- **Unterrichtung des Kollegiums** durch schriftliche Informationen der Energie-AG und Vorträge bei Konferenzen.

Eine **5-kW-Fotovoltaikanlage** auf dem Dach der MLS, finanziert durch eine **Energie-Agentur e.V.** aus LehrerInnen, SchülerInnen, Eltern, Schulleiter, Hausmeister und Bürgermeister der Gemeinde Rimbach, sowie das schuleigene **Blockheizkraftwerk**, das rund 70% des Stromverbrauchs der Schule deckt, bilden die technischen Grundlagen für eine effektive Bereitstellung von Energie.

Dadurch werden nicht nur in erheblichem Umfang Geldmittel eingespart, sondern die Umwelt auch von großen Mengen an klimaschädlichem Kohlendioxid entlastet.



Kontakt:

Herwig Winter

Oberstudienrat

Leiter der Energie AG an der
Martin-Luther-Schule, Rimbach

Telefon: 06209 4353

E-mail: herwig.winter@bund.de



Lebenszyklusorientierte ganzheitliche Unterhalts- und Instandhaltungsstrategien für Schulen

Die Kosten, die während des gesamten Lebenszyklus einer Schulimmobilie auftreten, sind immens. Die Haushaltslage der Städte und Gemeinden hingegen, die verantwortlich für die Unterhaltung von Schulen sind, ist allgemein sehr angespannt. Die Kassenkredite der Kommunen – ursprünglich lediglich zur Überbrückung von Liquiditätsengpässen gedacht – haben im vergangenen Jahr ein Rekordhoch von 19,3 Mrd. € erreicht und werden von zahlreichen Städten sogar zur Finanzierung laufender Ausgaben verwendet [1]. Dringend anstehende Instandhaltungsaufgaben und Modernisierungsaufgaben an deutschen Schulen werden immer weiter aufgeschoben. Ein Rückgang der Investitionen ist die Folge. Inzwischen (2005) liegen die Investitionen in den Kommunalhaushalten um 40 % unter dem Niveau von 1992 [2]. Gängige Praxis waren bisher Kürzungen im Bereich der Bauunterhaltung. In diesem Bereich wirken sich Kürzungen ohne Zeitverzug positiv auf den Haushalt aus, wobei die Auswirkungen an der Gebäudesubstanz erst später sichtbar werden [3]. Ein enormer Instandhaltungsrückstau und dringend notwendige Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen, die nicht weiter aufgeschoben werden können sind die bereits heute deutlich erkennbare Folge. Nach Schätzungen des Deutschen Instituts für Urbanistik umfasst der Investitionsbedarf allein im Schulbausektor rund 80 Mrd. € [4]. Der Modernitätsgrad (Verhältnis Bruttoanlagevermögen / Nettoanlagevermögen) von gewerblichen, öffentlichen sowie privaten Gebäuden in Baden-Württemberg hat laut statistischem Landesamt in den Jahren von 1991 bis 2000 von 68,4% auf 63,5% abgenommen [6]. Die öffentliche Hand steht vor einem enormen Problem. Alleine ist sie nicht mehr in der Lage erforderliche Modernisierungsmaßnahmen zeitnah durchzuführen.

Alternative Beschaffungsmethoden wie PPP (Public Private Partnership) oder BOT (Build Operate Transfer) für Schulen finden vermehrt das Interesse von Städten und Kommunen. In der Hoffnung durch Anwendung solcher Ansätze ihrem Bildungsauftrag gerecht zu werden, erfährt dieses Thema in der Politik einen stetig wachsenden Stellenwert. Da PPP Projekte in der Regel langfristig angelegt sind, ist einer der wesentlichen Aspekte die Kenntnis des Kostenverlaufs über den Lebenszyklus der Immobilie „Schule“. Diese

Kenntnis ist für die Ausschöpfung von Effizienzpotentialen auf beiden Seiten, bei dem öffentlichen Partner sowie dem privaten Investor, enorm wichtig.

Für das Gros der Schulen, die im Verantwortungsbereich der öffentlichen Hand liegen, werden kurz- und mittelfristig solche Ansätze jedoch keine Anwendung finden. Um so mehr ist über die fundierte Kenntnis von Lebenszykluskosten hinaus eine strategische Ausrichtung der Instandhaltungs- und Investitionsplanung für Modernisierungsmaßnahmen notwendig.

Betrachtet man die unterschiedlichen Lebensphasen einer Immobilie, fällt die Tatsache auf, dass im Vergleich der „Planungs- und Erstellungsphase“ mit der sich anschließenden „Bewirtschaftungs- und Unterhaltsphase“, die sogenannten Folgekosten die Planungs- und Erstellungskosten bei weitem überschreiten (Siehe Abbildung 1). Die Lebenszykluskosten sind nach Fuller und Petersen [6] über den gesamten Lebenslauf folgendermaßen definiert:

$$LCC = I + \text{Repl} - \text{Res} + E + W + \text{OM\&R} + \text{Mo} + D \quad (\text{Gl. 1})$$

LCC	Lebenszykluskosten
I	Investitionskosten
Repl	(Wieder-)Herstellungskosten (z.B. Sanierung)
Res	Residualwert (Wiederverkaufs-, Rest-, Schrottwert)
E	Energiekosten
W	Wasserkosten
OM&R	Betriebs-, Instandhaltungs-, Wartungs- und Reparaturkosten
Mo	Modernisierungskosten
D	Rückbau- und Entsorgungskosten

Wie in Abbildung 1 dargestellt, sind durchschnittlich 80 % der Gesamtkosten im Laufe der Lebensdauer einer Immobilie sogenannte Betriebskosten bzw. Folgekosten (in Gl. 1 unterstrichen dargestellt), welche entscheidend über die Initial- bzw. Investitionskosten beeinflusst werden.

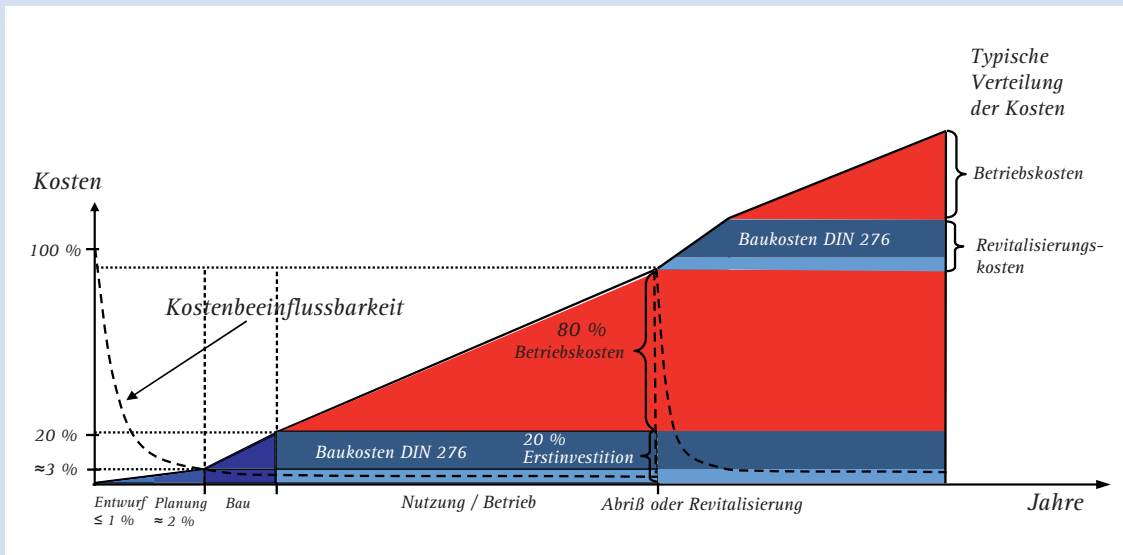


Abbildung 1:
Qualitative
Entwicklung der
Lebenszykluskosten
in Anlehnung an [7]

Die relative Höhe der Folgekosten verdeutlicht die Wichtigkeit der Analyse von Zusammenhängen und Interdependenzen zwischen den unterschiedlichen Lebenszyklusphasen. Um daraus nachhaltige Unterhaltsstrategien entwickeln zu können, hat die Universität Karlsruhe (TH) Facility Management (TMB) im Forschungsprojekt BEWIS eine lebenszyklusabbildende Realdatenanalyse von öffentlichen Gebäuden (Verwaltungsgebäude und Schulgebäude) durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden für 22 Immobilien (zwischen 55 und 25 Jahre alt) nahezu 30.000 Datensätze analysiert. Jeder Datensatz entspricht einer wertsteigernden oder werterhaltenden Maßnahme, die im Laufe der bisherigen Lebensdauer der untersuchten Immobilien durchgeführt wurden. Darüber hinaus wurde der jeweilige Herstellungswert zum Zeitpunkt der Erstellung ermittelt sowie der aktuelle Instandhaltungsrückstau der Immobilien erhoben. Diese verschiedenen Variablen wurden multivariat untersucht und eine Bewertung der Effizienz der jeweils angewandten Strategie vorgenommen. Auf Basis dieser Bewertung können für Gebäude und darüber hinaus für verschiedene Bauteile Strategien entwickelt werden, die eine nachhaltige Bewirtschaftung von Immobilien der öffentlichen Hand ermöglichen.

Ergebnisse

Nachfolgend werden anhand einiger Ergebnisse die Möglichkeiten der Entwicklung eines verbesserten Einsatzes von Unterhaltsmaßnahmen während des Lebenszyklus von Immobilien diskutiert.

In Abbildung 2 ist für verschiedene Immobilien die Entwicklung der tatsächlich über den Lebenszyklus angefallenen Folgekosten (OM&R und Mo) dargestellt. Vergleicht man diese Darstellung der realen Kosten mit der Darstellung der theoretischen Kosten aus Abbildung 1, fällt auf, dass die Kosten keineswegs so linear verlaufen, wie von Riegel [7] dargestellt. Es treten ständige Steigungsänderungen der Kurve auf, welche aus besonderen Maßnahmen resultieren. Die rote Linie in Abbildung 2 zeigt den Durchschnitt der tatsächlichen Folgekosten von 18 Immobilien in kumulierter Darstellung. Nach ungefähr 16 Jahren treten erste größere Maßnahmen auf. D.h. die Steigung der Kostenkurve nimmt zu. Nach weiteren 14 Jahren, also nach insgesamt 30 Jahren, kommt es im Schnitt zu einer deutlichen Steigungsänderung. Diese normalisiert sich erst wieder nach Erreichen des Alters von 40 Jahren.

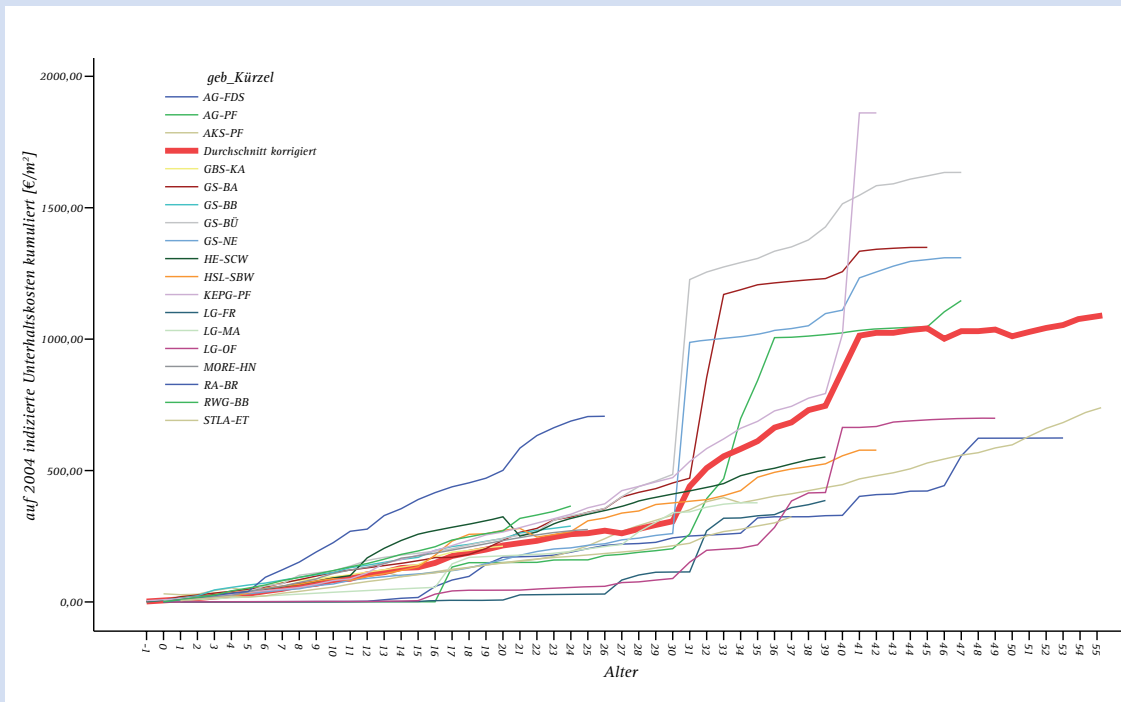


Abbildung 2: Unterhaltskosten kumuliert bezogen auf die Fläche BGF aufgetragen über das Alter (indiziert auf das Jahr 2004) [€/m²]

Für die meisten Immobilien ist dies die Zeitschwelle nach dem eine Generalsanierung spätestens stattgefunden haben sollte.

In Abbildung 3 sind verschiedene Anhaltswerte für den Mittelbedarf der vermeintlich notwendigen Instandhaltung bzw. Unterhaltung von Immobilien dargestellt, diese finden in der Praxis Anwendung und sind im Vergleich mit der im Projekt ermittelten durchschnittlichen Unterhalts- (UH) und Instandhaltungsrate (IH) dargestellt.

Auffällig bei der Analyse ist, dass die Instandhaltungsrate (IH) (blaue Linie) der Schulen in den ersten 10 Lebensjahren auf dem Niveau der Empfehlungen der KGSt für Instandhaltung liegen, danach aber weit darunter. Selbst nach Hinzuziehen der Modernisierungsmaßnahmen (siehe jetzt rote Linie) wird das theoretisch vorgegebene Niveau der KGSt erst nach 30 Jahren erreicht. Ab 30 Jahre Lebensdauer geht die Schere zwischen Instandhaltung und Modernisierung weit auf. Offensichtlich würden nicht einmal die theoretisch vorgegebenen Anhaltswerte für eine notwendige Instandhaltungsrate ausreichen, um die Immobilie instand zu halten, es muss, das zeigt zumindest die Praxis, modernisiert werden.

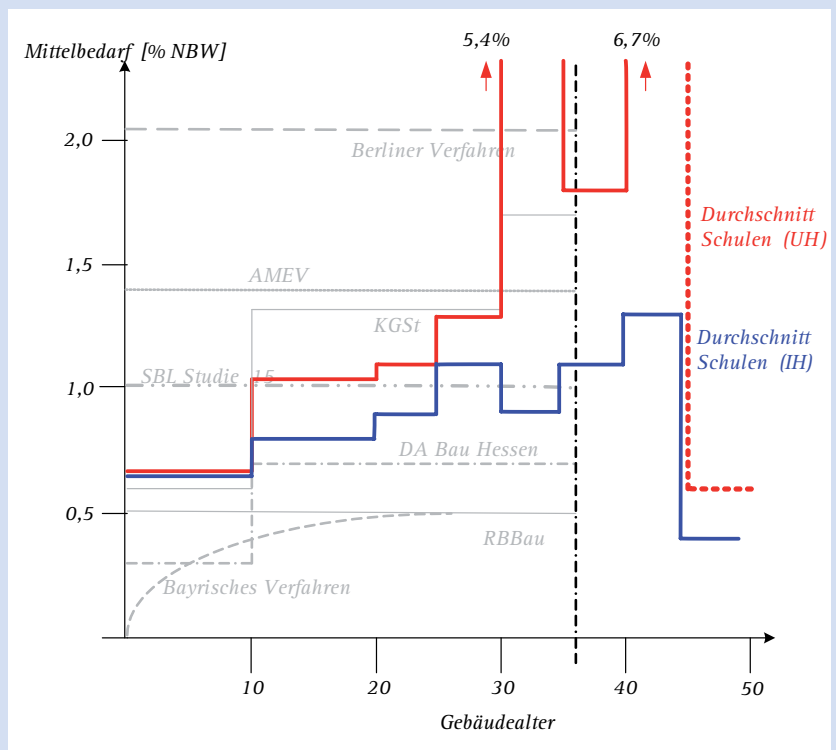


Abbildung 3: Theoretischer und durchschnittlicher Mittelbedarf für Instandhaltung im Verhältnis zum Neubauwert von Schulen in Prozent



Durch die detaillierte Analyse der Daten konnte für unterschiedliche Altersklassen und Schulnutzungen eine Basis für die Ermittlung optimaler Unterhalts- und Instandhaltungsstrategien je nach Bauteil erstellt werden, die für eine nachhaltige und ressourcenschonende Bewirtschaftung von Schulimmobilien vor dem Hintergrund knapper Haushaltsmittel dringend notwendig sind.

Durch den hohen Detaillierungsgrad der im Projekt erfassten Daten können dezidierte Vergleiche mit anderen Immobilien vorgenommen werden.

Wenn eine Gemeinde strategisch an die Instandhaltungsaufgaben für ihre Immobilien herangeht, kann sie ganzheitlich und auf den Lebenszyklus bezogen große Einsparpotentiale heben.

- [1] VDI Nachrichten Nr. 47; Einnahmen und Ausgaben des Staates
- [2] Deutscher Städtetag 2005
- [3] Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsvereinfachung, Bericht Nr. 9
- [4] Deutsches Institut für Urbanistik (difu)
- [5] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
- [6] Fuller, S., Petersen, S., NIST Handbook 135, Life-Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program, US Department of Commerce, 1996, Gaithersburg, USA
- [7] Riegel, Gert Wolfgang, Universität Darmstadt, Ein softwaregestütztes Berechnungsverfahren zur Prognose und Beurteilung der Nutzungskosten von Bürogebäuden, 1. Auflage Darmstadt, Eigenverlag, Heft 8, 2004 und Zehme, Winfried, Der Unterhalt von Bauten, dessen Abhängigkeit von der Lebensdauer der Bauelemente und der Veränderung der Nutzung, Bauen und Wohnen, Heft 7, VII 1-VII6, Verlag Bauen und Wohnen, München 1967



Kontakt:

Universität Karlsruhe (TH)

Facility Management (TMB)

Am Fasanengarten · Geb. 50.31

76128 Karlsruhe

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Kunibert Lennerts

E-mail: kunibert.lennerts@uni-karlsruhe.de

Dipl.-Ing. Uwe Pfründer

E-mail: uwe.pfruender@uni-karlsruhe.de

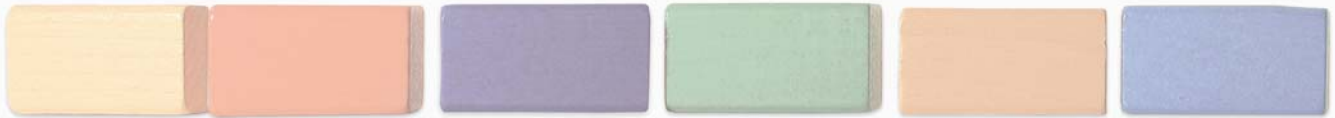
Dipl.-Ing. Carolin Bahr

E-mail: carolin.bahr@uni-karlsruhe.de

Telefon: 0721 608-8226

Fax: 0721 608-4351

www.facility-management.uni-karlsruhe.de



Herausgeber

EnergieEffizienzAgentur

Rhein-Neckar gGmbH

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. (TU) Albrecht Göhring

Vierter Gartenweg 7 · Gebäude Z34

67056 Ludwigshafen

Telefon: 0621 604-7247

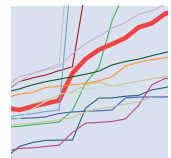
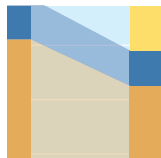
E-Mail: info@e2a.de

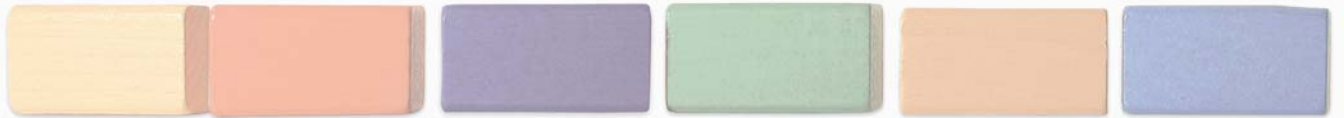
www.e2a.de

Konzeption, Redaktion und Layout:

Husemann Kommunikation, Mannheim

Stand: Dezember 2006





Kontakte

Energie- Management

KliBA gGmbH · Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur Heidelberg -
Nachbargemeinden · Dr. Klaus Keßler, Geschäftsführer
Wieblinger Weg 21 · 69123 Heidelberg · Telefon: 06221 603808
E-mail: k.kessler@kliba-heidelberg.de · www.kliba-heidelberg.de

Einspar- Contracting

MVV Energiedienstleistungen GmbH · Herr Mathias Kura
Luisenring 49 · 68159 Mannheim
E-Mail: m.kura@mvv.de · Telefon : 0621 290-3561
Fax: 0621 290-2727 · www.mvv-edl.de

Monitoring

Johnson Controls Systems & Service GmbH · Hartmut Vordermaier
Gottlieb-Daimler-Straße 8 · 68165 Mannheim
Tel: 0621 468-0 · Fax: 0621 468-654
E-Mail: Hartmut.Vordermaier@jci.com · www.johnsoncontrols.com

Facility- Management

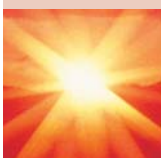
SKE GmbH · Eva Lenz-Greenhough · PR und Öffentlichkeitsarbeit
Siegmund-Schuckert-Str. 3 · 68199 Mannheim
Telefon: 0621 85097-31 · Fax: 0621 85097-49
E-Mail: lenz@ske-online.de · www.ske-group.com

Praxisbeispiele

Verein für kommunale Projekte e.V. · Oberbürgermeister a.D. Uwe Kleefoot
Apfelstraße 6 · 69469 Weinheim
Telefon: 06201 3921-21 · Fax: 06201 3921-22
E-mail: kleefoot@vkp-online.de

Lebenszyklus- Strategien

Universität Karlsruhe (TH) · Facility Management (TMB)
Am Fasanengarten · Geb. 50.31 · 76128 Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Kunibert Lennerts
E-mail: kunibert.lennerts@uni-karlsruhe.de
Dipl.-Ing. Uwe Pfründer · E-mail: uwe.pfruender@uni-karlsruhe.de
Dipl.-Ing. Carolin Bahr · E-mail: carolin.bahr@uni-karlsruhe.de
Telefon: 0721 608-8226 · Fax: 0721 608-4351
www.facility-management.uni-karlsruhe.de



EnergieEffizienzAgentur
Rhein-Neckar gGmbH
Geschäftsführer Dipl.-Ing. (TU) Albrecht Göhring
Vierter Gartenweg 7 – Gebäude Z34 · 67056 Ludwigshafen
Telefon: 0621 604-7247 · E-Mail: info@e2a.de · www.e2a.de



**Metropolregion
Rhein-Neckar**

EnergieEffizienzAgentur.E2A