

Der Controlling-Berater

Herausgeber: Gleich/Klein



Band-Herausgeber:
Ronald Gleich

Energiecontrolling

- > Grundlagen, Aufgaben und Instrumente
- > Energiekennzahlen und Energiebilanzen
- > Energiemanagement in Anlehnung an ISO 50001
- > IT-Unterstützung für Erfassung und Reporting

HAUFE.

Inklusive Online-Version

Haufe

Controlling Office



Der Controlling-Berater

Energiekosten systematisch steuern und senken

Erfolgreich Einsparpotenziale identifizieren

Seit Jahren steigen die Energiepreise in Deutschland überproportional. Dadurch hat sich der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten für Unternehmen signifikant erhöht. Dies verleiht Planung und Umsetzung der Energiebeschaffung und -nutzung sowie der Steuerung der Energiekosten eine zentrale Bedeutung. Durch eine systematische Erfassung und Dokumentation aller Energieverbräuche und -kosten werden diese plan- bzw. steuerbar. Auf dieser Datenbasis können gezielt Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz bewertet und umgesetzt werden.

Das Buch beantwortet die folgenden zentralen Fragen:

- > Was versteht man unter Energiemanagement und Energiecontrolling?
- > Wie setzt man ein Energiecontrolling organisatorisch im Unternehmen um?
- > Wie wird ein Energiemanagement in Anlehnung an ISO 50001 eingeführt?
- > Welche Kennzahlen werden im Energiecontrolling verwendet?
- > Mit welchen Instrumenten lassen sich Energieeinsparpotenziale erkennen?
- > Wie lässt sich die Energiebeschaffung optimieren?
- > Wie können Energiedaten automatisiert erfasst und ausgewertet werden?

Der Herausgeber:

Prof. Dr. Ronald Gleich ist Vorsitzender der Institutsleitung des Strascheg Institute for Innovation and Entrepreneurship (SIIE) der EBS Universität für Wirtschaft und Recht in Oestrich-Winkel. Darüber hinaus ist er geschäftsführender Gesellschafter der Horváth Akademie in Stuttgart.

Die Autoren sind Experten aus der Unternehmenspraxis, der Beratung und der Wissenschaft.

www.haufe.de/controling



ISBN: 978-3-648-03954-0
B1401-0114
CB-Band 33

Inhalt

Kapitel 1: Standpunkt

Experten-Interview zum Thema Energiemanagement und -controlling <i>Stefan Müller, Mike Schulze</i>	13
---	----

Kapitel 2: Grundlagen & Konzepte

Energiecontrolling: Grundlagen, Aufgaben, Instrumente und Organisation <i>Mike Schulze, Ronald Gleich</i>	27
Energiekennzahlen als Grundlage des Energiecontrollings <i>Volker Hessel</i>	43
Energiemanagementsysteme am Unternehmenswert ausrichten <i>Ulrich Nissen</i>	59
Klima-Reporting: Mit dem CO ₂ -Fußabdruck Verbesserungspotenzial erkennen <i>Uwe Behmel, Georg Stephan Barfuß</i>	87
Energiebilanzen in Unternehmen und Wertnetzen <i>Johannes Kals</i>	105

Kapitel 3: Umsetzung und Praxis

Energiecontrolling als Bestandteil des Energiemanagements <i>Stefan Zumpe</i>	127
Energiemanagement in Anlehnung an ISO 50001 in einem energieintensiven Unternehmen einführen <i>Peter Müllers</i>	139
Kennzahlensystem zur Verbesserung der Energieeffizienz einführen <i>Knut Grabowski, Marita Hoheisel, Jurek Melsheimer, Jörn Naber</i>	161
Energiecontrolling: Einsparpotenziale bei der Stadt Frankfurt am Main ermitteln <i>Bernd Jöckel</i>	183
Energiecontrolling als Teil des „fairport-Controllings“ am Flughafen Stuttgart <i>Reiner Koch, Dirk Spengler, Johannes Isensee</i>	205

Kapitel 4: Organisation & IT

Energie und Kosten sparen mit einem IT-basierten Energiecontrollingsystem

Cornelia Kappler 225

Energiedaten als Grundlage für das Energiecontrolling automatisiert erfassen

Stephan Theis 239

Kapitel 5: Literaturanalyse

Literaturanalyse zum Themengebiet „Energiemanagement und -controlling“

Christian Briem, Fabian Futterer 259

Stichwortverzeichnis 269

Energiecontrolling: Einsparpotenziale bei der Stadt Frankfurt am Main ermitteln

- Dieser Beitrag zeigt, wie aus dem umfangreichen Liegenschaftsbestand der Stadt Frankfurt am Main hohe Energie- und Kosteneinsparpotenziale effizient ermittelt werden.
- Mit den 2 exemplarisch dargestellten Kennzahlen können sowohl Liegenschaften mit hohem Energieeinsparpotenzial (Betriebsoptimierung) als auch Kosteneinsparpotenziale (Vertragsoptimierung) effizient ermittelt und zielgerichtet umgesetzt werden.
- Um die Einsparungen dauerhaft sicherzustellen, sollte das Energiecontrolling in ein Energiemanagementsystem eingeordnet werden. Nur durch den sich permanent wiederholenden Regelkreis kann eine nachhaltige Energieeinsparung sichergestellt werden.
- Abschließend wird die Energieverbrauchsentwicklung bei der Stadt Frankfurt am Main von 1990–2012 dargestellt. Dass dieses Vorgehen hoch wirtschaftlich ist, zeigt eine Übersicht, in der Erträge durch Einsparungen den zugehörigen Aufwänden gegenübergestellt werden.

Inhalt	Seite
1 Energiecontrolling bei der Stadt Frankfurt am Main	185
2 Verbrauchs- und Kostendaten als Basis für das Energiecontrolling	185
2.1 Rechnungen der Energieversorgungsunternehmen (EVU) ..	186
2.2 Monatliche manuelle Zählererfassung (ZAE)	188
2.3 Weitere technische Daten und Plausibilisierung der Daten	190
3 Energie- und Kosteneinsparpotenziale identifizieren und priorisieren	191
3.1 Energieeinsparpotenziale ermitteln	193
3.1.1 Vergleich der Liegenschaften untereinander	193
3.1.2 Externer Benchmarkvergleich	194
3.2 Kosteneinsparung durch Vertragsoptimierung	195
3.3 Energiemanagementsystem (ISO EN DIN 50001)	198
4 Zusammenfassung und Ausblick	201
5 Literaturhinweise	203

■ **Der Autor**

Bernd Jöckel, Sachgebietsleiter Energiecontrolling in der Abteilung Energiemanagement des Hochbauamtes der Stadt Frankfurt am Main.

1 Energiecontrolling bei der Stadt Frankfurt am Main

Die Abteilung Energiemanagement im Hochbauamt hat die Aufgabe, die Energie- und Wasserkosten für die 1.047 städtisch genutzten Liegenschaften der Stadt Frankfurt am Main zu minimieren. Gleichzeitig sollen hier vorbildhaft die Klimaschutzziele¹ des Magistrats umgesetzt werden. In Zeiten knapper öffentlicher Mittel ist es notwendig, die Energieeinsparpotenziale mit möglichst geringem Mitteleinsatz zu identifizieren. Im Sachgebiet Energiecontrolling werden die Datenbasis sowie das Instrumentarium für eine strukturierte und effiziente Vorgehensweise zur Ermittlung dieser Energieeinsparpotenziale im Liegenschaftsbestand bereitgestellt.

Für das genannte Vorgehen dienen beispielhaft die folgenden Datenquellen:

- Rechnungen der Energieversorgungsunternehmen (EVU)
- Monatliche manuelle Zählerablesungen (ZAE)

Im Rahmen eines definierten Regelkreises wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, dass die jeweiligen Basisdaten für die einzelnen Kennzahlen aktuell und korrekt (plausibel) sind.

Zwei konkrete Anwendungsfälle aus den Bereichen Heizenergieverbrauch (Heizwärme und Warmwasser) sowie Vertragseinstufung mittels Durchschnittspreisberechnung verdeutlichen den Workflow von der Identifizierung vorhandener Potenziale bis zur Priorisierung einzelner Maßnahmen. Insbesondere bei der Vertragsoptimierung lassen sich teilweise erhebliche Potenziale zur Verringerung der Energiekosten mit vergleichsweise geringem Aufwand erschließen.

Die abschließend vorgestellte Kosten-Nutzen-Analyse für den Zeitraum 1990–2012 verdeutlicht diesen Sachverhalt.

2 Verbrauchs- und Kostendaten als Basis für das Energiecontrolling

Im Umfeld der verschiedenartigen Liegenschaften, Gebäude und Nutzungen ist es für die jeweilige Zielsetzung nötig, die geeignete Datenbasis sowie die zugehörigen Instrumente auszuwählen. Insbesondere wenn sich die Gebäude oder die Nutzung im Zeitablauf verändern.

Allgemein werden Liegenschaften mit den zugehörigen Gebäuden und Nutzungen als oberste Gliederungsebene definiert. Hierdurch kann eine erste Einordnung der zugehörigen Energieverbrauchsdaten für elektri-

¹ Vgl. IfEU, 2008.

sche Energie (Strom), Heizenergie (Heizung und Warmwasser) sowie Wasser (und Abwasser) erfolgen. Basis für diese Vorgehensweise sind die Verbrauchs- und Kostendaten aus den jeweiligen EVU-Rechnungsdaten (monatlich, jährlich) der Energielieferanten Mainova AG und SÜWAG. Dieser Rechnungsdatenaustausch zwischen der Abteilung Energiemanagement und den Energieversorgungsunternehmen erfolgt ¼-jährlich in einer individuell definierten Datenstruktur im csv-Dateiformat. Insbesondere für die Vertragsprüfung und -optimierung bilden diese liegenschaftsbezogenen Verbrauchs- und Kostendaten eine sehr gute Grundlage.

Vielfältige Sanierungs- und Neubaumaßnahmen ergeben auf der Liegenschaftsebene eine teilweise sehr heterogene Verbrauchsstruktur. Klassisches Beispiel ist ein Schulgelände mit einer neu erstellten Kindertagesstätte (KiTa) in Passivhausqualität. Die z. T. sehr guten Verbrauchswerte für Heizenergie einer solchen KiTa, werden hierbei durch die allgemeine Verbrauchsstruktur der Gesamtliegenschaft überlagert.

Um eine Abgrenzung des Energieverbrauchs für einzelne Gebäude zu ermöglichen, werden nach den in Frankfurt geltenden „Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen“ Unterzähler eingerichtet². Diese Unterzähler werden monatlich abgelesen (ZAE) und geben nun einen detaillierten Blick auf den Verbrauch nach Gebäude und Nutzung³. Allgemein ist sicherzustellen, dass die Energiedaten korrekt, vergleichbar und aktuell sind.

2.1 Rechnungen der Energieversorgungsunternehmen (EVU)

Als Grundlage des **Energiecontrollings** dient die Auswertung der **Rechnungen** der Energieversorgungsunternehmen (EVU). In der Datenbank der Abteilung Energiemanagement sind ca. 350.000 Abrechnungen seit dem Jahr 1993 gespeichert. Mit der Datenbankanwendung kann die zeitliche Entwicklung der absoluten und spezifischen Verbrauchswerte sowie der zugehörigen Kosten für sämtliche städtischen Liegenschaften ermittelt und dargestellt werden⁴. Der EVU-Rechnungsdatenaustausch erfolgt zwischen der Abteilung Energiemanagement im Hochbauamt der

² Vgl. Stadt Frankfurt, 2014, S. 27.

³ Hierbei sind Mischformen zwischen monatlichen Rechnungen und monatlichen Ablesungen möglich. D.h., falls für eine größere Verbrauchsstelle eine monatliche Abrechnung erfolgt (z.B. bei Sondervertragskunden mit registrierter Leistungsmessung (RLM)), werden diese Verbrauchsdaten ebenfalls über den ¼-jährlichen Datenaustausch des EVU auf Monatsebene bereitgestellt.

⁴ Diese Vorgehensweise bezieht sich auf alle städtischen Ämter. Eigenbetriebe, städtische Gesellschaften, Stiftungen und Vereine können Energielieferverträge mit abweichenden Lieferanten abschließen.

Stadt Frankfurt am Main und den Energielieferanten im ¼-jährlichen Turnus über Datendateien im csv-Dateiformat.

Dabei ist zu beachten, dass die meisten Zähler nur einmal im Jahr von den EVU abgelesen werden. Im Zusammenhang mit der offenen EU-weiten Ausschreibung für Strom und Erdgas bei der Stadt Frankfurt am Main wurde ab dem Jahr 2014 eine kalenderjahresgenaue Abrechnung zum 31.12. des jeweiligen Jahres festgelegt. Damit sind zukünftig die Verbrauchs- und Kostendaten für Strom und Erdgas spätestens in der Datenlieferung Ende März komplett enthalten. Die Abrechnung von Wasser und Abwasser soll ebenfalls an diesen Modus angepasst werden.

Abrechnungs-
daten auf Liegen-
schaftsebene
bereitstellen

Die Energiebelieferung durch den Einbau von Blockheizkraftwerken (BHKWs) und Photovoltaikanlagen⁵ (PV-Anlagen) bei Eigennutzung ist gesondert zu erfassen und bei der Ermittlung der Verbrauchs- und Kostenkennzahlen zu berücksichtigen (s. auch Kapitel 2.3).

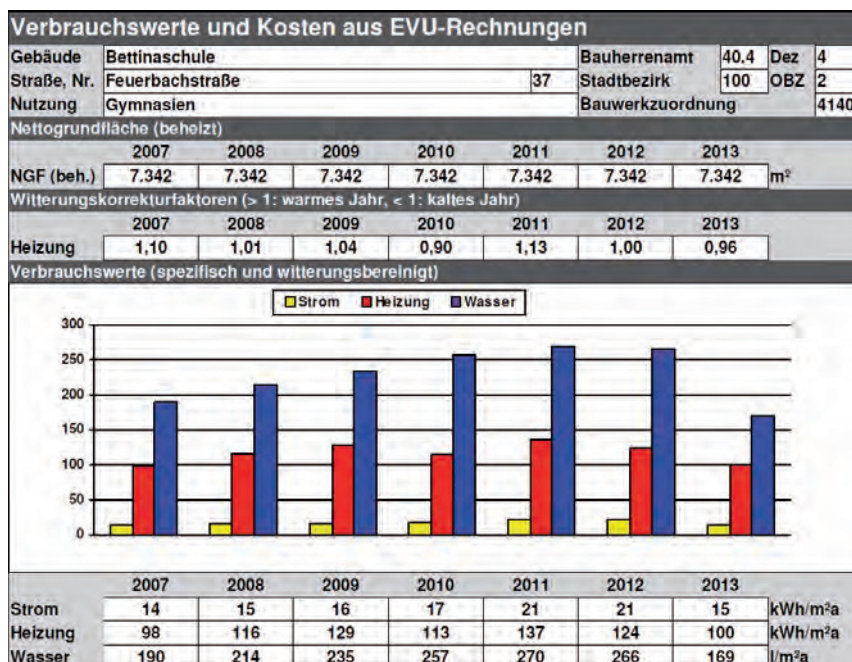


Abb. 1: Entwicklung der Verbrauchswerte zur Liegenschaft Bettinaschule 2007–2013

Die dargestellten spezifischen Energieverbrauchskennwerte nach Liegenschaft, Verbrauchsart und Jahren können nun wie folgt eingeordnet werden:

⁵ Alternative Schreibweise: Fotovoltaik (PV).

- A) Einordnung der Liegenschaft innerhalb des Bauwerkszuordnungskatalogs (BWZK) (Gebäudekategorie)
- B) Einordnung der Liegenschaft über Benchmarks (Klassengrenzen)
- C) Identifikation von Energie- und Kosteneinsparpotenzialen

Exemplarisch wird im Folgenden der Heizenergieverbrauch (Heizung und Warmwasser) für die Gymnasien der Stadt Frankfurt am Main für das Jahr 2013 dargestellt.

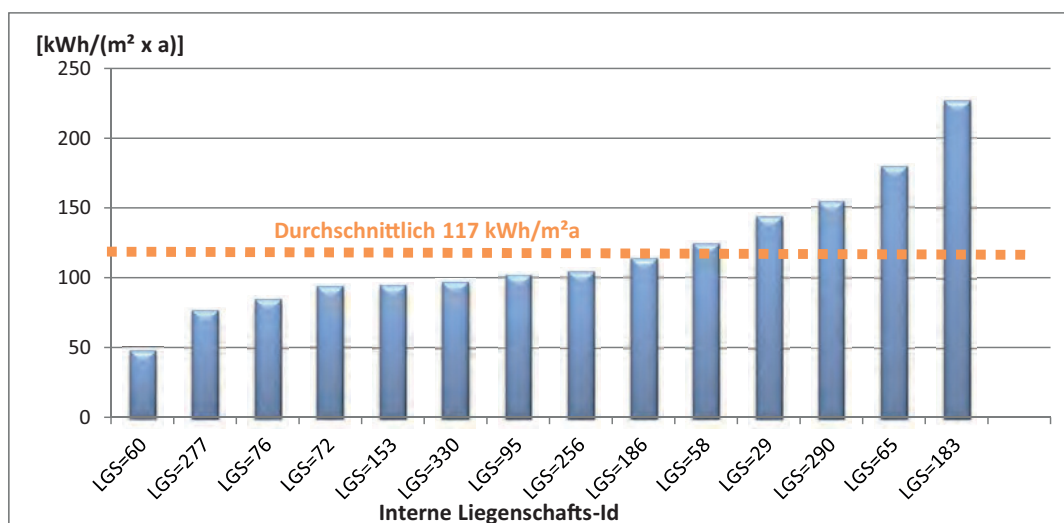


Abb. 2: Spezifischer Heizenergieverbrauch der Gymnasien der Stadt Frankfurt

Mit dieser Übersicht kann eine erste Einschätzung des Heizenergieverbrauchs nach Verbrauchsart und BWZK erfolgen. Um kosteneffiziente Einsparpotenziale bei Verbrauch und Kosten zu erkennen, muss die Kenngröße Energiekosten als weitere Dimension in die Darstellung aufgenommen werden (s. auch Kapitel 3.1).

2.2 Monatliche manuelle Zählererfassung (ZAE)

Zur genaueren Analyse des Energieverbrauchs auf Gebäudeebene (Schulgebäude, Turnhalle, KiTa, usw.) oder Nutzungen (Mensa, Laborräume usw.) sind jedoch weitere Zähler (Haupt- und/oder Unterzähler) nötig. Die zugehörigen Ablesewerte werden für ausgewählte Liegenschaften über die ZAE in einer weiteren Datenbank Anwendung durch die Hausverwalter vor Ort bereitgestellt.

Für ausgewählte⁶ städtische Liegenschaften werden die absoluten Verbrauchswerte aus den Zählerablesungen für die letzten 3 Jahre dargestellt.

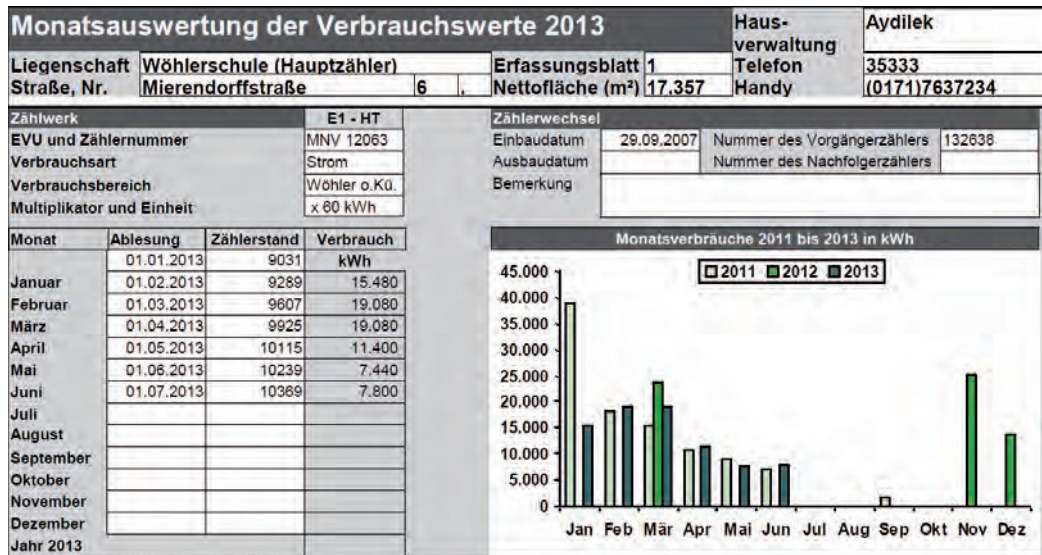


Abb. 3: Verbrauchsauswertung einzelner Zähler auf Basis von Monatswerten über einen 3-Jahre-Zeitraum

Gegenwärtig werden ca. 175 Liegenschaften auf dieser Detaillierungsebene überwacht. Hiermit können auf Basis einzelner Zähler (Gebäude, Nutzung) die monatlichen Verbrauchswerte im Jahresvergleich gegenübergestellt werden. Abweichungen können somit schnell erkannt und analysiert werden. Für die exakte Auswertung dieser monatlichen Zählerablesungen sind jedoch ein korrekter Lageplan des Gebäudes sowie das zugehörige Zählerschema (welcher Zähler misst welchen Verbrauch?) unabdingbar. Dies wird in Abb. 4 dargestellt.

Durch die verminderte Einspeisevergütung für elektrische Energie beim EEG ab dem Jahr 2012, wird zukünftig der erzeugte Strom aus PV-Anlagen auf städtischen Gebäuden verstärkt direkt an die Stadt Frankfurt am Main vermarktet. In diesem Umfeld ist es wichtig, dass auch diese Einspeiser korrekt im Zählerschema dargestellt werden. Die zugehörigen Verbrauchsdaten müssen regelmäßig übermittelt und korrekt abgegrenzt werden (z.B. kaufmännisch-bilanzielle Weiterleitung).

⁶ Vgl. Stadt Frankfurt, 2014, S. 27.

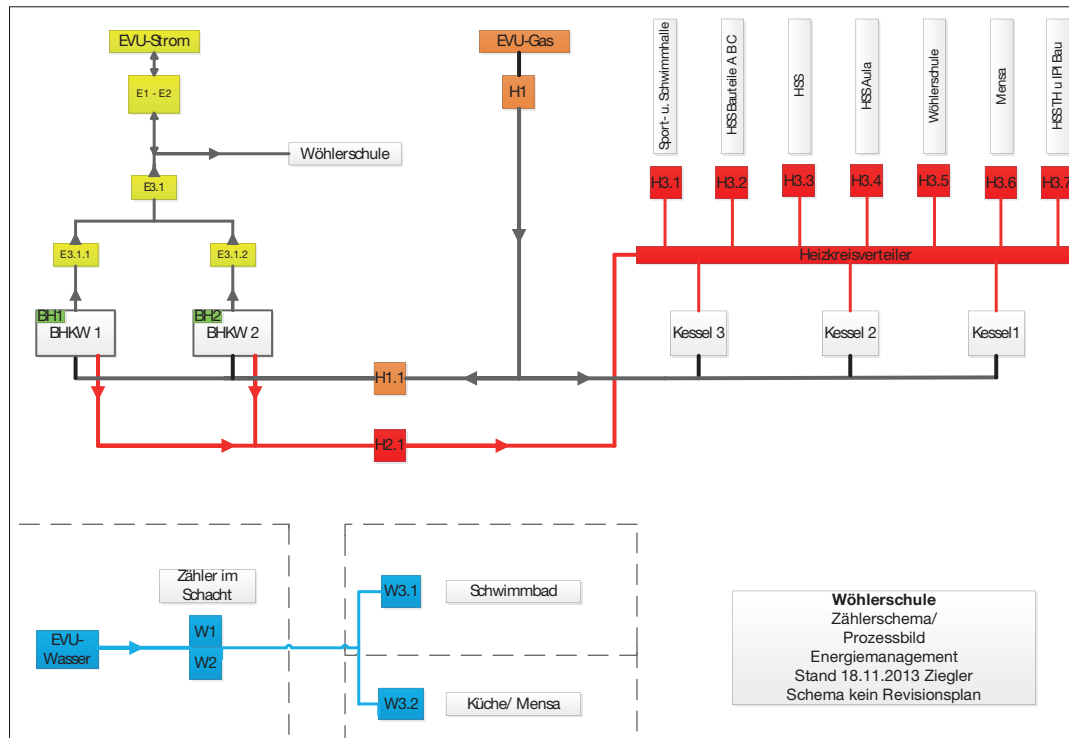


Abb. 4: Zählerschema Wöhlerschule für die Verbrauchsarten Strom, Wärme und Wasser

Folgende Aussagen können demnach getroffen werden:

- Eine detaillierte Analyse des Energieverbrauchs nach Gebäude und Nutzung ist auf Basis von Monatsablesewerten über mehrere Jahre möglich.
- Zur Abgrenzung der Verbrauchsdaten von Haupt- und Unterzählern (wenn nötig können auch virtuelle Zähler definiert werden) ist ein Zählerschema anzufertigen. Hiermit kann auch der Energieverbrauch von Nutzungszonen überprüft werden (z.B. Strom-/Erdgasverbrauch von Küchen in Schulmensen).
- Bei entsprechender Zählerstruktur kann im Rahmen der Qualitätssicherung im Passivhausbau eine detaillierte Unterscheidung z.B. der Heizenergie nach Heizwärme und Warmwasser erfolgen.

2.3 Weitere technische Daten und Plausibilisierung der Daten

Um aussagefähige Bewertungen des Energieverbrauchs aus den EVU-Rechnungen sowie den monatlichen manuellen Zählerablesungen durch-

zuführen, müssen nicht nur die genannten Energieverbrauchsdaten und Flächendaten bereitgestellt werden. Die zugehörigen Angaben zu nachfolgenden Parametern sind ebenfalls nötig:

- Neubau oder Sanierung auf der Ebene Gebäude/Nutzung
- Zuordnung bzw. Abgrenzung von Liegenschaften, Gebäuden, Flächen und Nutzung – dies ist für die spätere Einordnung und Abgrenzung der Energieverbrauchsdaten wichtig
- Straße und Hausnummer (ggf. Hausnummerzusatz)
- Die entsprechenden Nettogeschossflächen (NGF) sollten idealerweise auf Gebäude-nutzungsebene mit einem Zeitbezug zentral erfasst und gepflegt werden
- Baujahr des Gebäudes und Personenanzahl (Nutzer)
- Zählernummer (Zählpunktbezeichnung) und Verbrauchsart
- Zählertauschprotokolle – insbesondere bei Strom und Erdgas gewinnt die universelle Zählpunktbezeichnung gegenüber der temporären Zählernummer zunehmend an Bedeutung
- Lageplan zur Liegenschaft mit Gebäuden und Nutzung sowie ein detailliertes Zählerschema (insbesondere bei Unterzählern). Z.B. Erdgasverbrauch für Heizung, Warmwasser, Kochen, naturwissenschaftliche (NAWI-) Fachräume, Wohnung Schulhausverwalter (SHV)
- Für EVU-Rechnungen müssen die regelmäßige Bereitstellung und Qualität der Rechnungsdaten geprüft werden. Durch die zunehmende Versorgung der Liegenschaften/Gebäude durch BHKWs oder PV-Anlagen müssen diese Verbrauchsdaten ebenfalls für eine vollständige Bewertung des Energieverbrauchs vorliegen.

Zusätzliche Informationen zu Gebäude und Verbrauch für Kennzahlbildung

Eine erste Plausibilisierung der entsprechenden Energieverbrauchsdaten kann über folgende Kennzahlen erfolgen:

- a) Energieverbrauch [kWh]/Leistung [KW] und Standardvorgabewerte⁷ für Vollbenutzungsstunden [h]
- b) Spezifische Verbrauchswerte für Strom, Heizung und Wasser nach Klassengrenzen (externe Benchmarks)

3 Energie- und Kosteneinsparpotenziale identifizieren und priorisieren

Um nun aus den verschiedenen Datenquellen möglichst effizient die größten Einsparpotenziale für den Bereich Energie und Kosten (auf-

⁷ Z.B. Volllaststunden für Strom und Erdgas nach BWZK.

grund von Verträgen) zu ermitteln, werden im Folgenden aus einer Vielzahl von Kennzahlen jeweils 2 dargestellt. Diese geben einen sehr guten Überblick zur Struktur des Energieverbrauchs sowie der zugehörigen Kosten.

Bei der Stadt Frankfurt am Main sind im Rahmen der dezentralen Ressourcenverantwortung die jeweiligen liegenschaftsverwaltenden Ämter (Stadtschulamt, Grünflächenamt, Sportamt usw.) für den Energieeinkauf, die Vertragseinstufung sowie die Energieabrechnung zuständig. Die Abteilung Energiemanagement unterstützt diese Ämter hierbei beratend mit einem entsprechenden Kennzahlensystem.

Folgende Kennzahlen werden im Energiecontrolling gebildet (Auszug).

Intern:

- a) Ebene Liegenschaften (teilweise für Gebäude und Nutzung)
- b) Energieverbrauch und -kosten
- c) Absolute und/oder spezifische (witterungsbereinigt, NGF-bezogen) Kennwerte
- d) Durchschnittspreise (brutto) nach Liegenschaft bzw. BWZK

Extern:

- a) Klassengrenzen (A ... G)⁸ nach BWZK: Hierbei handelt es sich um eine Untersuchung des Deutschen Städtetags⁹ im Zusammenhang mit Energieverbrauchsausweisen.
- b) Durchschnittspreise nach Verbrauchsarten (Strom, Wärme, Wasser, Abwasser) und die zugehörigen Referenzwerte aus dem Energiepreisvergleich des Deutschen Städtetags¹⁰.

Die Energieverbrauchs- und -kostenwerte sind insbesondere gegen folgende Faktoren regelmäßig zu validieren:

- Änderung der Fläche (NGF) im Zeitablauf (wichtig für spezifische Verbrauchswerte)
- Nutzung ändert sich (führt zur Neubewertung von Kennzahlen)
- Eigenerzeugung beachten (verringert/verfälscht sonst den Energieverbrauch)

⁸ In Anlage 10 der EnEV 2014 (ab 1.5.2014) ist für Wohngebäude geplant, die Klassengrenzen von A+ bis H zu erweitern. Vgl. hierzu auch EnEV-online, 2014.

⁹ Vgl. Deutscher Städtetag, 2008, S. 6.

¹⁰ Vgl. Deutscher Städtetag, 2013, S. 6.

3.1 Energieeinsparpotenziale ermitteln

Bei der Vielzahl von Liegenschaften, Gebäuden und Nutzungen innerhalb der Stadt Frankfurt am Main ist es wichtig, die Liegenschaften mit den höchsten Energieeinsparpotenzialen effizient zu ermitteln.

3.1.1 Vergleich der Liegenschaften untereinander

Eine Übersicht, wie in Abb. 5 dargestellt, hat sich bewährt. Es handelt sich um ein Punktediagramm, bei dem auf der Ordinate die absoluten Kosten [EUR] und auf der Abszisse der spezifische Verbrauch [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$] für einzelne Liegenschaften dargestellt werden. Die Auswertung wurde nach dem Kriterium Bauwerkszuordnungskatalog (im Beispiel „Gymnasien“ für das Medium Heizenergie) erstellt. Dies stellt sicher, dass nur Liegenschaften einer Bauwerkskategorie in das Verhältnis zueinander gesetzt werden.

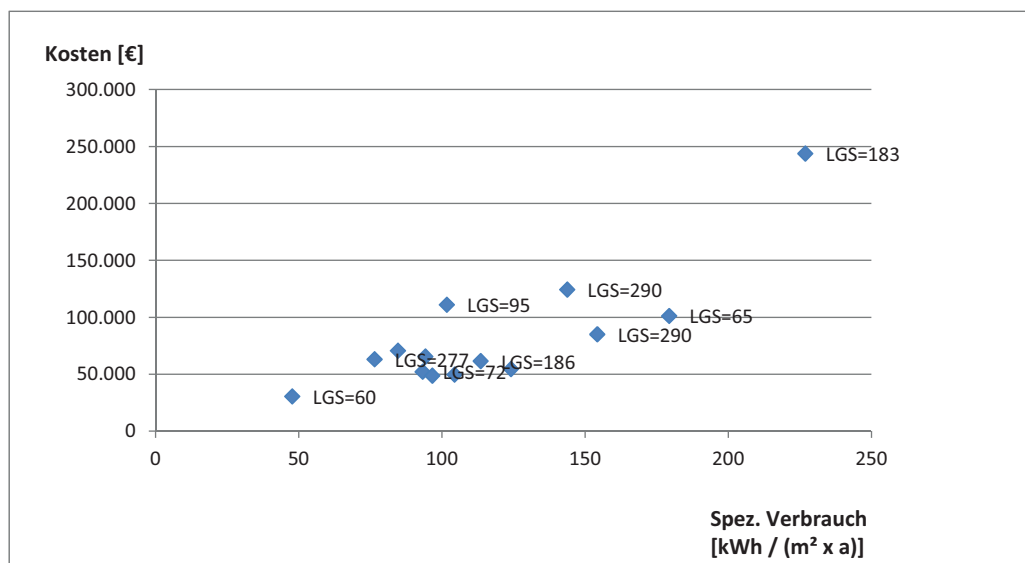


Abb. 5: Übersicht Heizenergie mit absoluten Kosten sowie spezifischem Verbrauch

In der Darstellung lassen sich die für die Bewertung von Einsparpotenzialen wichtigen Faktoren absolute Kosten und spezifischer Verbrauch gut ablesen.

Liegenschaften mit tendenziell geringeren Energiekosten haben oftmals auch einen geringeren spezifischen Verbrauch. Durch diese erste Einschätzung ist es möglich, Ausreißer schnell zu erkennen. Hierbei ist zu beachten, dass vor einer genauen Schlussfolgerung bzw. vor Ableitung

von Maßnahmen die Datengrundlage überprüft wird. Zur Plausibilisierung sollte die Korrelation von Kosten und spezifischem Verbrauch nach Gebäudegröße und Ausstattung herangezogen werden.

Liegenschaften
mit hohen Kosten
und hohem
Verbrauch
ermitteln

Durch die absoluten Kosten wird der Blick auf die Liegenschaften gelenkt, bei denen ein hoher Heizenergieverbrauch vorliegt (Ellipse in Abb. 5). Wenn diese hohen Energiekosten gepaart sind mit einem hohen spezifischen Energieverbrauch (Kreis in Abb. 5), deutet dies auf ein hohes Einsparpotenzial hin. Bei diesen Liegenschaften können oftmals durch kleinere Maßnahmen große Einspareffekte erzielt werden.

Beispiele zur Reduktion des Heizenergieverbrauchs in Schulen sind:

- Die Nacht- bzw. Wochenendabsenkung der Vorlauftemperaturen im Heizkreislauf funktioniert nicht korrekt.
- Während der Herbst- und Winterferien erfolgt keine Temperaturabsenkung in der Heizungsanlage.
- Überprüfen der Raumtemperaturen.

Wie bereits ausgeführt, muss die Interpretation dieser Ergebnisse bei Liegenschaften mit unterschiedlicher Gebäudestruktur (Schulen, Turnhalle, KiTa, Hausmeisterwohnung usw.) differenzierter erfolgen.

3.1.2 Externer Benchmarkvergleich

Des Weiteren kann der spezifische Verbrauch gegenüber einem externen Benchmark nach BWZK überprüft werden.

Bezugsjahr:		2004											
Bezugsgröße:		Nettogeschossfläche											
Bezugsklima:		Würzburg (3.883 Kd/a)										NWG-Regeln-Energieverb	
		Datenquelle: Datensammlung des IEMB Stand:											
		09.11.2006											
BZK	Bauwerkszuordnung	Anzahl Werte	Untergrenzen der Klassen (kWh/m²a)							2007		2009	
			A	B	C	D	E	F	G	Vergleichswerte EnEV (kWh/m²a) (kWh/m²a) <=3.500 m² >3.500 m²		Vergleichswerte EnEV (kWh/m²a) (kWh/m²a) <=3.500 m² >3.500 m²	
4000	Schulen	3.386	0	84	104	123	145	171	217	149	125	105	90
4100	Allgemeinbildende Schulen	1.739	0	81	99	116	134	159	201	139	125	105	90
4110	Grundschulen	797	0	89	109	126	147	168	213	150	140	105	90
4112	Grund- und Hauptschulen	890	0	89	109	125	146	168	213	150	140	105	90
4115	Grund- u. Hauptschulen mit Turnhalle	163	0	101	120	135	154	173	205	153	153	105	90
4120	Hauptschulen	93	0	92	109	125	141	168	214	150	145	105	90
4121	Grund-, Haupt- und Realschulen	972	0	89	109	125	145	168	213	150	140	105	90
4130	Realschulen	82	0	90	101	121	139	159	224	147	130	105	90
4140	Gymnasien	271	0	74	88	103	122	151	193	133	125	105	90
4150	Gesamtschulen	114	0	70	84	97	113	142	195	122	120	105	90
4200	Berufliche Schulen	292	0	72	88	102	118	139	184	123	115	80	80
4210	Berufsfachschulen	14	0	86	100	115	118	140	150	135	115	80	80
4300	Sonderschulen	175	0	85	106	123	147	175	222	150	150	105	105

Tab. 1: Auszug der Klassengrenzen für Heizenergie zu der Bauwerkszuordnungsgruppe Schulen (4000)

Durch diese Einordnung lassen sich einerseits die obigen spezifischen Verbrauchswerte plausibilisieren und andererseits lässt sich auch erkennen, in welchem Bereich des Rankings (A ... G) sich die untersuchten Liegenschaften befinden.

Neben investiven Maßnahmen (z.B. Wärmedämmung, Fenstererneuerung usw.) können durch die Instrumente der Betriebsoptimierung¹¹ größere Einsparungen bei vertretbarem Aufwand erzielt werden (s. Hinweise zur Heizungsanlage oben).

Für eine Bewertung der spezifischen Verbrauchswerte sowie der zugehörigen Kosten sind immer die Veränderungen an den Liegenschaften bzw. der Gebäude (Fläche, Passivhausqualität) und der Nutzung im Zeitablauf zu beachten. Nur hierdurch lassen sich bei der wiederkehrenden Bewertung der Ergebnisse die korrekten Schlussfolgerungen ziehen.

3.2 Kosteneinsparung durch Vertragsoptimierung

Die bisher dargestellte Ermittlung von Energieeinsparungspotenzialen führt über den verminderten Energieverbrauch zu verringerten Energiekosten. Eine weitere Möglichkeit, Energiekosten zu verringern, besteht in der Optimierung der Energielieferverträge. Hierbei geht es bei gegebener Verbrauchsstruktur¹² darum, den kostenoptimalen Vertrag zu ermitteln. Im Folgenden soll die Überprüfung der Energielieferverträge erläutert werden.

Aus einer Vielzahl von Vertragskonstellationen ist der optimale Vertrag für die jeweilige Verbrauchsstruktur und Verbrauchsmenge zu ermitteln. Im Allgemeinen sind hiervon die Verbrauchsarten Strom, Erdgas und Fernwärme betroffen.

Abb. 6 zeigt schematisch die Entwicklung der Durchschnittspreise für Strom als Funktion der Verbrauchsmenge am Beispiel zweier Vertragsvarianten. Ziel ist es, bei gegebener Abnahmestruktur und -menge, die optimale Kostenstruktur zu erreichen (Vertragseinstufung).

Durchschnittspreisberechnung (vereinfachte Formel)

$$y = f(x) = \frac{AP \cdot x + LP}{x}$$

AP = Arbeitspreis; LP = Leistungspreis; $\times$ = Abnahmemenge

¹¹ Vgl. Stadt Frankfurt, 2013b.

¹² Dies schließt neben dem Energieverbrauch auch immer die zugehörige Leistungsaufnahme mit ein.

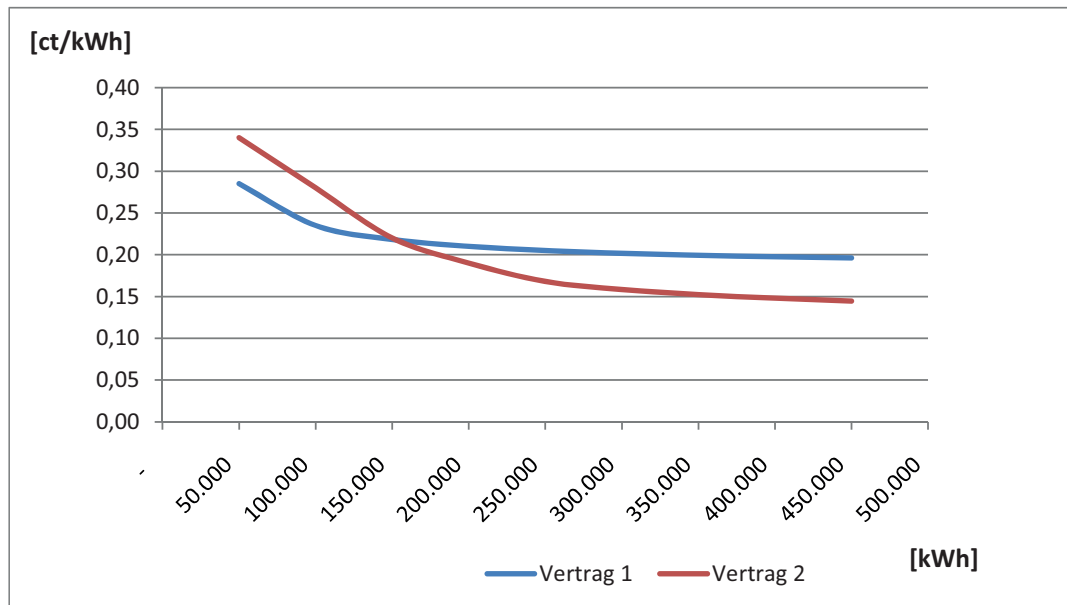


Abb. 6: Veränderung des Durchschnittspreises für Strom von 2 Verträgen bei variablen Abnahmemengen¹³

Aus der Darstellung ist zu erkennen, dass, abhängig von der Verbrauchsmenge, Vertrag 1 (bis 175.000 kWh) oder Vertrag 2 (ab 175.000 kWh) zu geringeren Gesamtenergiekosten führt.

Optimalen Vertrag bei gegebener Abnahmemenge und Leistung ermitteln

Aufbauend auf den absoluten Verbrauchswerten einzelner Liegenschaften und den Durchschnittspreisen aus den EVU-Rechnungen, kann eine Übersicht, wie in Abb. 7 dargestellt, erstellt werden. Hierbei handelt es sich um ein Punktediagramm, bei dem auf der Ordinate der absolute Energieverbrauch [kWh] und auf der Abszisse der spezifische Preis (Durchschnittspreis) [EUR/kWh] für einzelne Liegenschaften abgebildet wird.

Hinsichtlich der Vertragsüberprüfung sollten die Liegenschaften im oberen rechten Bereich prioritär überprüft werden. In diesem Bereich lassen sich bei gegebenem Aufwand die höchsten Einsparungen bei ungünstiger Vertragseinstufung erzielen.

Liegenschaften mit hohem Verbrauch und hohen Durchschnittskosten ermitteln

Allgemein kann die Korrelation von absolutem Verbrauch (Gebäudegröße und Ausstattung) und Durchschnittspreis (Vertragseinstufung) auch zu einer ersten Plausibilisierung der Ausgangsdaten dienen.

¹³ Eigene Berechnung und Darstellung.

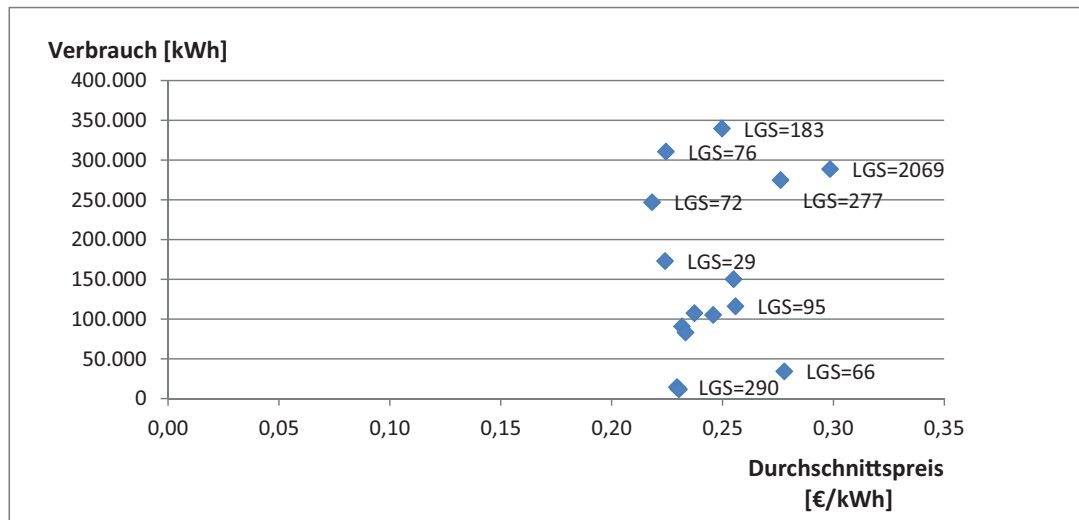


Abb. 7: Übersicht des absoluten Verbrauchs [kWh] sowie der Durchschnittspreise [EUR/kWh] der Gymnasien der Stadt Frankfurt

Bei obiger Auswertung sollten die spezifischen Kosten (Durchschnittspreis) bei steigendem Verbrauch durch Skaleneffekte (economies of scale) tendenziell sinken. Da dies in Abb. 7 nicht ersichtlich ist, sollten folgende Punkte geprüft werden:

- Energieverbrauch, NGF, Kosten für Energie, Abgaben, Umlagen usw.
- Abgrenzung der Verbrauchs- und Kostenwerte bzgl. Gebäudegröße, -nutzung und -ausstattung.

Falls die Ausgangsdaten korrekt sind und bei den Liegenschaften keine Besonderheiten vorliegen, deutet dies für Liegenschaften mit hohem Verbrauch im vorliegenden Beispiel auf eine suboptimale Vertrags-einstufung hin.

Zusätzlich zu dem Vergleich der Durchschnittspreise innerhalb einer BWZK-Gruppe, kann der Wert für den Durchschnittspreis anhand des externen Benchmarks im Rahmen des „Kommunalen Energie- und Wasserpreisvergleich 2013“ des Deutschen Städtetags¹⁴ überprüft werden. Für einen umfassenden Vergleich sind zu den Verbrauchsarten immer auch die jeweiligen Qualitäten (z.B. Anteil Ökostrom bei elektrischer Energie; Anteil Biogas bei Erdgas) zu berücksichtigen.

¹⁴ Vgl. Deutscher Städtetag, 2013.

Neben der Verbrauchsmenge [kWh] ist auch die Leistung [KW] ein entscheidender Kostenparameter. Für die Darstellung wurde der Leistungswert fix definiert. In der Realität ist somit neben dem Verbrauchsverhalten auch die zugehörige Leistung gesondert zu prüfen. Als Kenngrößen können hierbei Volllaststunden $[\text{Summe(kWh)}/\text{KW}]$ nach BWZK berechnet und diese mit externen Kennzahlen verglichen werden.

Die korrekte Bewertung der Leistung kann über verschiedene Berechnungsverfahren erfolgen (z.B. Wärmehöchstlastberechnungen im Umfeld der Heizenergie). Im konkreten Fall konnte im Jahr 2011 bei der Überprüfung von 10 Liegenschaften im Bereich Fernwärme die Anschlussleistung reduziert werden. Hierdurch konnten Kosteneinsparungen im unteren 5-stelligen EUR-Bereich erzielt werden.

Geringere Energiepreise durch Vertragsoptimierung und Ausschreibungen beeinflussen die Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparmaßnahmen. Dieser Effekt sollte bei der Bewertung von einzelnen Energieeinsparmaßnahmen qualitativ und ggf. quantitativ beschrieben werden. Allgemein sollte vermieden werden, dass durch die beschriebenen Energiekosteneinsparungen investive Maßnahmen mit langer Laufzeit am Gebäude nicht durchgeführt werden. Mit dem Instrument der Gesamtkostenrechnung¹⁵ wird bei der Stadt Frankfurt am Main für verschiedene Investitionsalternativen eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt, um eine Rangfolge für die Umsetzung zu erhalten. Allerdings wird das Ergebnis durch Energiekosteneinsparungen mittels Vertragsoptimierung sowie durch teilweise volatile Energiepreise stark beeinflusst. Deshalb ist zusätzlich zu der Einordnung auf Basis quantitativer Parameter (Preise, Mengen, Wirkungsgrade, Flächen usw.) immer auch eine Einzelfallprüfung nach qualitativen Kriterien angezeigt, um dem langen Investitionszeitraum von bis zu 50 Jahren gerecht zu werden.

3.3 Energiemanagementsystem (DIN EN ISO 50001)

Energiecontrolling
als Teil des
effizienten
Energie-
managements

Da die Stadt Frankfurt am Main bestrebt ist, den Energieverbrauch in ihren Liegenschaften permanent zu verringern bzw. die Energieeffizienz zu erhöhen, ist somit auch ein wiederholender Prozess zur Überprüfung der Energieeinsparpotenziale sowie der optimalen Vertragseinstufung nötig. Dieser Prozess sollte als Regelkreis implementiert werden.¹⁶

Nachfolgend eine Einordnung des Energiecontrollings innerhalb des Energiemanagements. **Energieerfassung** bedeutet lediglich, dass der Energieverbrauch in irgendeiner Form erfasst wird und impliziert keinen

¹⁵ Stadt Frankfurt, 2013a.

¹⁶ Vgl. Umweltbundesamt, 2011, S. 20.

Anspruch auf vollständige funktionale/räumliche sowie zeitliche Abdeckung erhebt. **Energiebuchhaltung** erweitert den Begriff der Energieerfassung um den Anspruch, regelmäßig und umfassend Aufzeichnungen zu führen. Aber erst der Begriff **Energiecontrolling** fordert die regelmäßige Überprüfung und Beurteilung der Energieverbrauchswerte ein. Beispielsweise werden Kennwerte gebildet, um die Höhe der Verbrauchswerte zu beurteilen. Wenn auf Basis der Ergebnisse des Controllings Entscheidungen getroffen werden, also aktiv Maßnahmen durchgeführt werden, so kann von **Energiemanagement** gesprochen werden.¹⁷

Abb. 8 verdeutlicht den beschriebenen Prozess als permanenten Regelkreis.

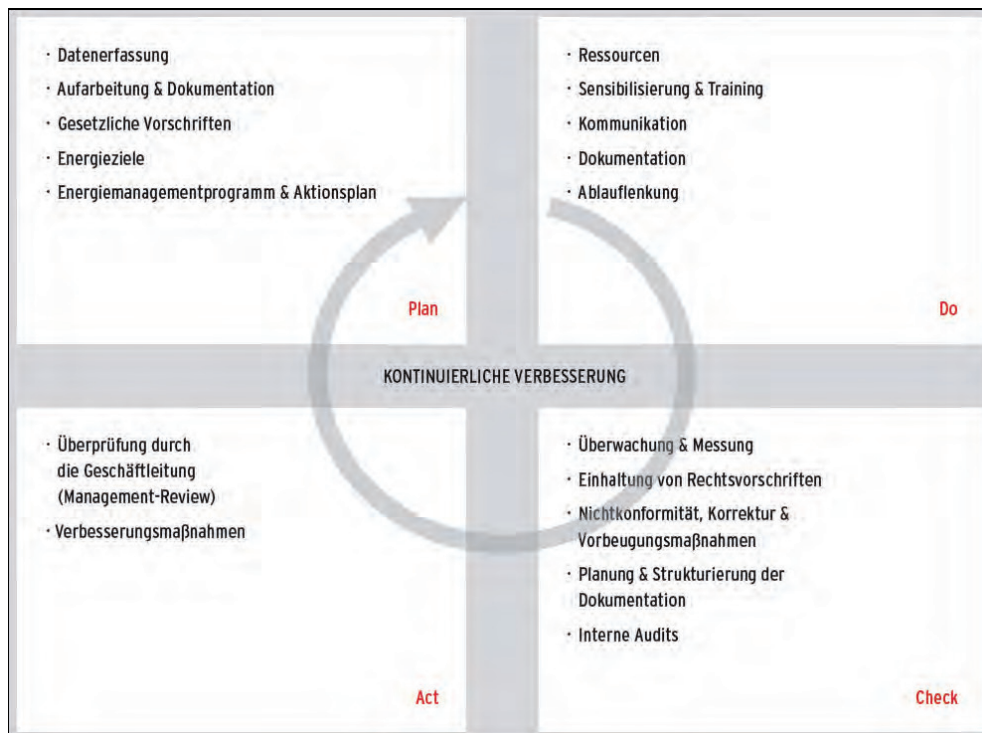


Abb. 8: Der PDCA-Kreislauf

Der PDCA-Kreislauf umfasst folgende Komponenten:

- **Plan (Planung):** Definition der Ziele und erforderlichen Teilziele und Prozesse zur Erreichung der Ziele.

¹⁷ Vgl. Reese, 2009, S. 3.

- **Do (Einführung/Umsetzung):** Einführung und Leben der Prozesse.
- **Check (Überprüfung):** Überwachung und Messung der Prozesse mit Blick auf die gesetzten Ziele, gesetzlichen Anforderungen und anderen Verpflichtungen sowie Dokumentation der Ergebnisse.
- **Act (Verbesserung):** Ergreifen von Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung.

Die genannten Beispiele zeigen, dass für eine nachhaltige Reduktion des Energieverbrauchs und der Energiekosten ein sich permanent wiederholender Prozess (Regelkreis) durchlaufen werden muss.

Die Abteilung Energiemanagement erfasst und bewertet regelmäßig nach eingeleiteten Maßnahmen die Auswirkungen, insbesondere hinsichtlich Energieverbrauch und Leistungsanforderung. Dabei werden die Ergebnisse permanent dokumentiert und überprüft, mit dem Ziel einer stetigen Verbesserung. Dies bedeutet andererseits, dass ohne eine definierte Verankerung der entsprechenden Verantwortlichkeiten in der Organisation oftmals kein dauerhafter Einsparerfolg erzielt werden kann.

Allgemein kann festgestellt werden, dass sich die größten Energieoptimierungs- und Energieeinsparpotenziale zu Beginn des Prozesses erreichen lassen. D.h., mit einem relativ geringen Aufwand (20 %) lassen sich sehr große Einsparpotenziale (80 %) heben. Dieses Verhältnis verändert sich im Zeitablauf, bei gegebenem Gebäudebestand, entsprechend dem in Abb. 9 dargestellten Verlauf.

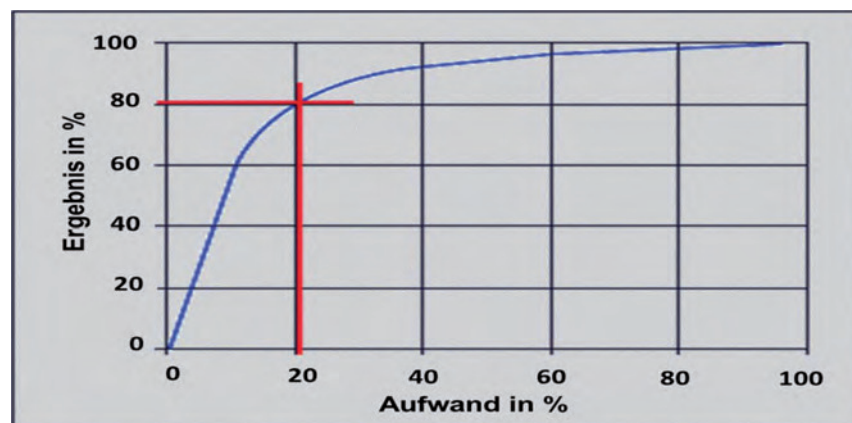


Abb. 9: Pareto-Prinzip mit abnehmenden Grenzerträgen bei gegebenem Aufwand

Um diesem Sachverhalt gerecht zu werden, sollten immer die kumulierten Aufwände und kumulierten Erträge zur Bewertung von Energiemanagementsystemen herangezogen werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von verschiedenen Datenquellen im Rahmen des Energiecontrollings, wurden die Vor- und Nachteile, bezogen auf die jeweiligen Anforderungen, dargestellt. An 2 Beispielen wurde diese Vorgehensweise exemplarisch aufbereitet. Aus der grafischen Darstellung konnte eine direkte Priorisierung der Einsparpotenziale abgeleitet werden. Analog wurde dieses Vorgehen für die Vertragsoptimierung mittels Durchschnittspreisen aufgezeigt.

In beiden Fällen konnten aus einer Vielzahl von Liegenschaften die mit dem größten Einsparpotenzial direkt ermittelt werden. Die Praxis in der Abteilung Energiemanagement zeigt, dass sich mit dieser Vorgehensweise erhebliche Einsparpotenziale im Bereich Energie (Verbrauch/Kosten) und Vertragseinstufung (Kosten) erschließen lassen. Aufbauend auf unseren langjährigen Kennzahlen, ergeben sich im Energiecontrolling mittlere jährliche Einsparpotenziale von 5–10 %. Über diesen Zeitraum hat sich ein Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1:5 bis 1:10 eingestellt. Damit werden pro eingesetzten Euro 3–10 EUR eingespart.

Instrumente	Einsparpotenzial	Kosten:Nutzen
Energiecontrolling	> 5 %	1:5–1:10
Betriebsoptimierung	> 15 %	1:3–1:5

Perspektivisch wird die Abteilung Energiemanagement versuchen, die verschiedenen Datenquellen in einer zentralen internetbasierten Benutzerschnittstelle zusammenzuführen. Damit sind immer aktuelle Datenabfragen direkt durch den Benutzer möglich. Der administrative Aufwand wird verringert und eine Plausibilisierung kann direkt bei der Dateneingabe erfolgen.

Ebenfalls soll für eine stärkere Integration der beteiligten Akteure und Systeme die Umsetzung der ISO 50001 (Energiemanagementsysteme) geprüft werden. Hierdurch wird der Geschäftsprozess über einen definierten Regelkreis von der Datenbereitstellung, Datenqualitätsprüfung bis hin zur Auswertung, Identifizierung, Priorisierung und Umsetzung von Maßnahmen auf höherem Qualitätsniveau über Abteilungen und idealerweise Ämter beschrieben.

Um die Ziele der Energiewende der Bundesregierung¹⁸ und des Energie- und Klimaschutzkonzepts der Stadt Frankfurt am Main zu erreichen (Verringerung der CO₂-Emissionen alle 5 Jahre um 10 %; bis 2050 Halbierung des Energiebedarfs und Deckung ausschließlich über regenerative Quellen), sind künftig noch deutlich verstärkte Anstrengungen nötig.

¹⁸ Vgl. Bundesregierung, 2013, S. 49 ff.

Umsetzung & Praxis

Energie-
management der
Stadt Frankfurt
am Main
arbeitet hoch
wirtschaftlich

Von den 32 Mio. EUR Energie- und Wasserkosten, die im Jahr 2012 im Bereich der Kernverwaltung entstanden sind, entfallen ca. 14 Mio. EUR auf Heizenergie, 13 Mio. EUR auf Strom und ca. 4 Mio. EUR auf Wasser und Kanaleinleitung. Ein Großteil der Kosten fällt bei den Schulen und Kindertagesstätten, den Bädern und Sportstätten, den Museen, den Amts- und Dienstgebäuden sowie beim Zoo und Palmengarten an.

Seit dem Jahr 1990 konnte der Stromverbrauch trotz der vor allem im Bereich der IT rasant zunehmenden technischen Ausstattung im Schnitt um 1 % gesenkt werden. Der Heizenergieverbrauch sank in dieser Zeit um 38 %, der Wasserverbrauch sogar um 67 % und die Kohlendioxid-Emissionen um 29 %.¹⁹

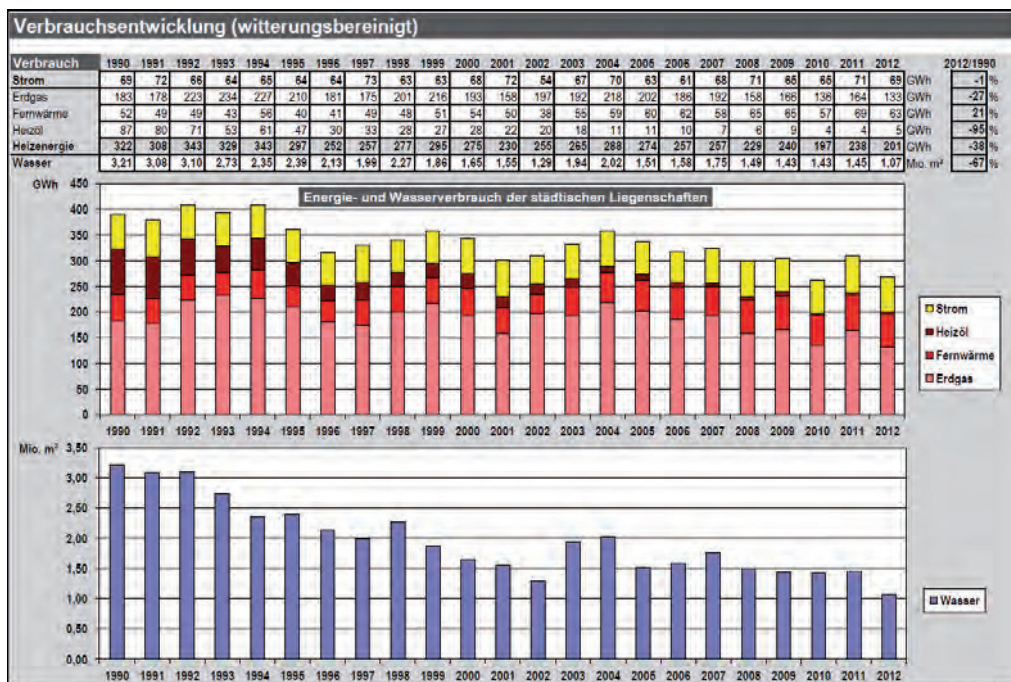


Abb. 10: Verbrauchsentwicklung (witterungsbereinigt)²⁰

Für eine umfassende Einordnung der Aufwände und der Erträge von Maßnahmen ist es wichtig, in der Kosten-Nutzen-Rechnung die kumulierten Aufwände den kumulierten Erträgen (Einsparungen) gegenüberzustellen. Hierbei zeigt sich, dass die Einsparungen im

¹⁹ Vgl. Stadt Frankfurt, 2012, S. 1–6.

²⁰ Quelle: www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de, abgerufen am 12.05.2014.

Energiemanagement auch bei abnehmendem Grenznutzen über eine längere Laufzeit zu einem positiven wirtschaftlichen Ergebnis führen.²¹

5 Literaturhinweise

Bundesregierung, Koalitionsvertrag, Kapitel 1.4. „Die Energiewende zum Erfolg führen“, 2013; abrufbar unter: https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2013/48077057_kw48_koalitionsvertrag/koalitionsvertrag.pdf.

Deutscher Städtetag, Energieverbrauchsausweise für öffentliche Gebäude, 2008; abrufbar unter: http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/kommunales_energiemanagement_2_2.pdf; abgerufen am 12.05.2014.

Deutscher Städtetag, Energiepreisvergleich, 2013; abrufbar unter http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/internet/fachinformationen/2013/komm_energiemanagement_5_3_akt_2013.pdf; abgerufen am 12.05.2014.

EnEV-online, Einteilung in Energieeffizienzklassen, 2014; abrufbar unter http://www.enev-online.com/enev_2014_volltext/anlage_10_einteilung_in_energieeffizienzklassen.htm; abgerufen am 12.05.2014.

IfEU – Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Energie- und Klimaschutzkonzept für die Stadt Frankfurt am Main, 2008; abrufbar unter: www.frankfurt-greencity.de/fileadmin/Redakteur_Dateien/kap03/IFEU_KSK_Frankfurt_Endbericht_Aug09_1.pdf; abgerufen am 12.05.2014.

Reese, Energiemanagementsysteme nach DIN EN 16001, 2009; abrufbar unter: http://www.ingsoft.de/upload/Energiemanagementsysteme_nach_DIN_EN_16001_751.pdf; abgerufen am 12.05.2014.

Stadt Frankfurt, Kosten-Verbräuche-Emissionen, 2012; abrufbar unter: <http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Service/Dokumente/Kosten-Verbraeuche-Emissionen-Stadt-Frankfurt.pdf>; abgerufen am 12.05.2014.

Stadt Frankfurt [2013a], Gesamtkostenberechnung, 2013; abrufbar unter: <http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Investive-Massnahmen/Gesamtkostenberechnung/Gesamtkosten-Formulare.xls>; abgerufen am 12.05.2014.

Stadt Frankfurt [2013b], Projektblätter zur Betriebsoptimierung, 2013; abrufbar unter: <http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/>

²¹ Vgl. Stadt Frankfurt, 2013a, S. 7.

Betriebsoptimierung/Projektblaetter/Ergebnisse-und-Methoden-der-Betriebsoptimierung-in-Frankfurt.pdf; abgerufen am 12.05.2014.

Stadt Frankfurt, Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen der Stadt Frankfurt am Main, 2014; abrufbar unter: <http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Investive-Massnahmen/Leitlinien-wirtschaftliches-Bauen/Leitlinien-wirtschaftliches-Bauen.pdf>; abgerufen am 12.05.2014.

Umweltbundesamt, Energiemanagementsysteme in der Praxis, 2011; abrufbar unter: <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3959.pdf>; abgerufen am 12.05.2014.