

Professionelles Energiemanagement

Kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz

Auf Grundlage der seit dem 4. Dezember 2012 gültigen europäischen Energieeffizienz-Richtlinie (2012/27/EU) hat sich Deutschland das Ziel gesetzt, seinen Primärenergieverbrauch bis 2020 um 20 Prozent und bis 2050 um 50 Prozent gegenüber 2008 zu senken.

Die Hauptziele der Energieeffizienz-Richtlinie sind:

- Festlegung nationaler Energieeffizienzziele für 2020
- Sanierungsrate für Gebäude der Zentralregierung von 3 Prozent pro Jahr
- Verpflichtende Energieeinsparung der Mitgliedsstaaten im Zeitraum 2014 bis 2020 von jährlich durchschnittlich 1,5 Prozent
- Verpflichtende Durchführung regelmäßiger Energieaudits in großen Unternehmen
- Kraft-Wärme-Kopplung: verpflichtende Durchführung einer Kosten-Nutzen-Analyse bei Neubau oder Modernisierung von Kraftwerken und Industrieanlagen

Die Energieeffizienz spielt bei der Reduktion des Energieverbrauchs dabei als die sauberste, günstigste und sofort verfügbare Ressource eine zentrale Rolle. Sie senkt als zentraler Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Volkswirtschaft die Kosten sowie die Abhängigkeit von Exportländern und löst Investitionen in erheblichem Umfang aus.

Die notwendigen Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen liegen bis 2020 über alle Bereiche hinweg bei rund 100 Milliarden Euro, wobei die kumulierten Energiekosteneinsparungen aber bereits 2020 mindestens in der gleichen Größenordnung liegen und in den Folgejahren deutlich stärker als die Investitionen steigen werden.

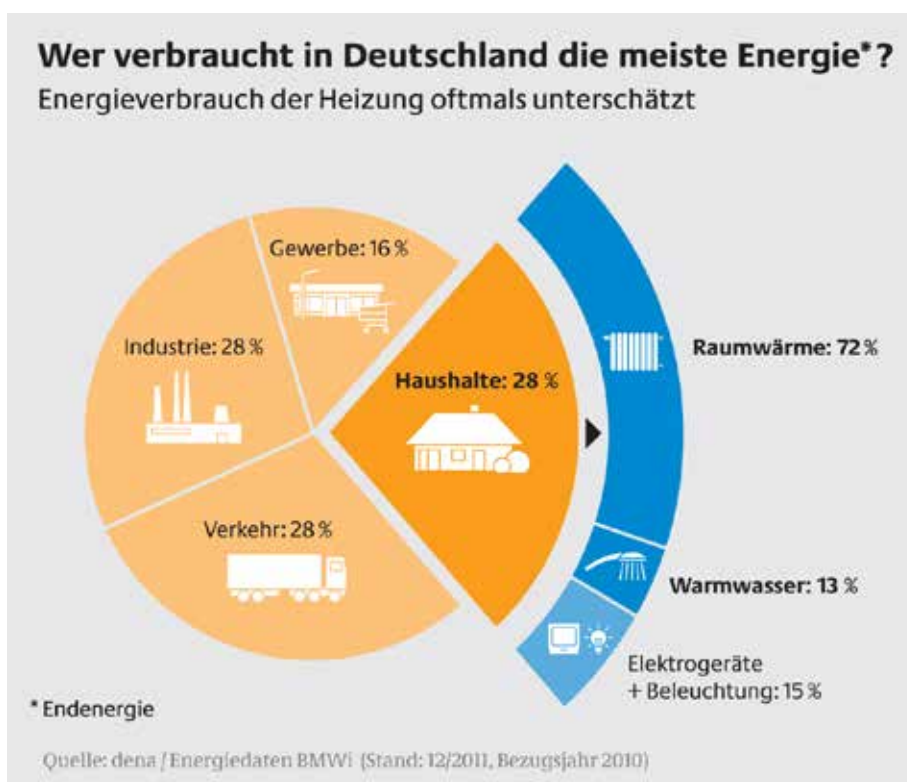


Abbildung 1: Energieverbrauch in Deutschland

Mit 28 Prozent am Gesamtenergieverbrauch liegen die Haushalte gleichauf mit den Wirtschaftsbereichen Verkehr und Industrie. Lediglich der Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor liegt mit 16 Prozent vergleichsweise darunter (siehe Abbildung 1).

Dabei spielt die Energieeffizienz unter anderem im Gebäudebau bei der Reduktion des Energieverbrauchs eine gewichtige Rolle, liegen hier doch nach wie vor die größten Einsparpotenziale. Allein 35 Pro-

zent der Endenergie werden in Deutschland zur Beheizung, Warmwasserversorgung und Beleuchtung von Gebäuden benötigt.

Energiemanagementsysteme (EnMS)

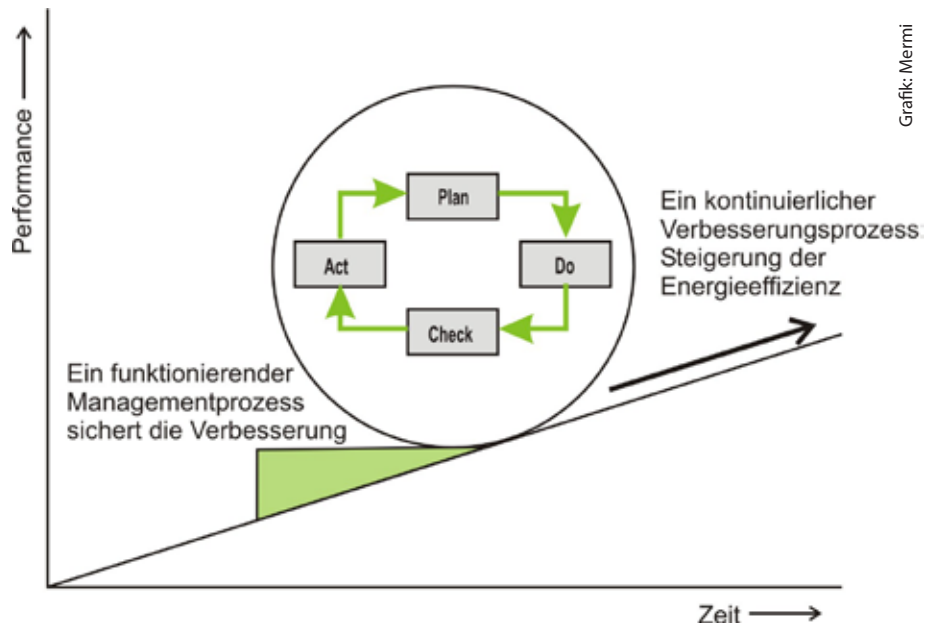
„Energieeffizient durch Energiemanagement“ – ob Unternehmen, Organisation, Kommune oder Hausbesitzer: Die Energiekosten sind ein stetig wachsender Posten in der Bilanz der Verbrauchssektoren. Um die Energiekosten nach-

haltig zu senken, bedarf es deshalb des Einsatzes eines auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestellten Energiemanagements. Letzteres basiert auf der Erfassung der Energieflüsse, der Bewertung der vorgefundenen Energieeffizienz sowie des Energieverbrauchs von Gebäuden, technischen Anlagen und Einrichtungen sowie von Prozessen und Tätigkeiten.

Die Erfassung all dieser Einflüsse ist Grundlage für die Umsetzung sowohl technischer Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz als auch von strategischen und organisatorischen Managementansätzen. Alle Maßnahmen organisatorischer und technischer Art sollen die energiebezogene Leistung systematisch und längerfristig verbessern. Grundsätzlich ist die Einführung eines EnMS für alle Verbrauchersektoren, unabhängig von der Größe und Branche, sinnvoll, sofern sie mehr als nur geringe Mengen von Energie verbrauchen.

DIN EN ISO 50001

Nicht unerwähnt darf im Zusammenhang mit den EnMS die DIN EN ISO 50001 bleiben, die den vorstehenden Prinzipien und Vorgehensweisen entspricht. Sie ist eine klassische Managementsystem-Norm, die nicht sektorspezifisch ausgerichtet ist und von unterschiedlichsten Organisationen, von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) bis zur Bundesbehörde, angewandt werden kann. Es ist das dritte ISO-System nach 90001 (Qualitätsmanagement) und 14001 (Umweltmanagement). Die Einführung eines Managementsystems ist dabei grundsätzlich freiwillig, und es besteht auch keine gesetzliche Zertifizierungspflicht. Allerdings ist eine Zertifizierung nach DIN EN ISO 50001 (oder ein registriertes Umweltmanagementsystem entsprechend der Emas-Verordnung“ (ECO Management and Audit Scheme) in Deutschland Voraussetzung für die teilweise Befreiung besonders energieintensiver Unternehmen von der EEG-Umlage und zukünftig auch für die Entlastung von Unternehmen der produzierenden Gewerbe von der Strom- und Energiesteuer. Seit 6. März 2015 ist es Pflicht für kommunale und für große Unternehmen nach EDL-G (Energiedienstleistungsgesetz) Energieaudits durchzuführen oder EnMS einzuführen.



Grafik: Mermi

Abbildung 2: Der PDCA-Zyklus oder „Deming-Kreis“ ist wesentlicher Bestandteil des modernen Prozessmanagements und ermöglicht eine kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz.

Der PDCA-Zyklus von EnMS

EnMS ermöglichen die kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz. Als vierstufiges Verfahrensmodell eignet sich hierfür in allen Fällen der sogenannte PDCA-Zyklus mit seinen Phasen – siehe Abbildung 2: Planen (Plan), Umsetzen (DO), Überprüfen (Check) und Handeln (Act).

Der PDCA-Zyklus kann auch als „Motor“ der EnMS verstanden werden, der eine kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz ermöglicht.

Die Stufen und Maßnahmen

Der Umfang der nachfolgend beschriebenen Phasen des PDCA-Zyklus und deren Maßnahmen bezieht sich beispielhaft auf ein EnMS nach DIN EN ISO 50001 für Unternehmen und Organisationen. Dementsprechend wird für andere Fälle, beispielsweise für Gebäude unterschiedlicher Art und Nutzung, ein modifizierter und zu meist geringerer Maßnahmenkatalog für die einzelnen Stufen zur Erstellung eines EnMS erforderlich sein. Insofern für das aktuelle Objekt ein Energie-Contracting vorgesehen ist, ergeben sich im Vergleich zur DIN EN ISO 50001 ebenfalls andere Konstellationen bezüglich der verantwortlichen Personen und der Zuordnung der Verantwortlichkeiten für das Erreichen der festgelegten Energieeinsparungen sowie der wirtschaftlichen Risiken.

Die Plan-Phase

Auf Grundlage einer ersten Bestandsaufnahme werden die strategischen und operativen Ziele festgelegt. Grundlage hierfür sind unter anderem eine Datenerfassung mit Dokumentation, das Erkennen von Verbesserungspotenzialen, die Beachtung gesetzlicher Rahmenbedingungen und die Festlegung der Energieziele. Folgende Schritte sind in der Planphase durchzuführen:

1. Identifizieren von Verantwortlichen und Verantwortlichkeiten sowie Bildung eines Energieeffizienzteams
2. Formulierung der Energiepolitik
3. Einbeziehung gesetzlicher Vorschriften (Rechtskataster)
4. Erfassung von Verbrauch, Kosten und Produktion (Erzeugung) von Energie
5. Analyse, Auswertung, Aufarbeitung und Dokumentation der gesammelten Daten
6. Definition von Energiezielen
7. Bildung Energiekennzahlen zum jährlich wiederkehrenden Vergleich zur Überprüfung der Effizienzsteigerung
8. Ausarbeitung eines Energiemanagementprogramms und Aktionsplans

Die Do-Phase

In der Anwendungsphase werden die in der Planphase geplanten Maßnahmen umgesetzt. Eine gewichtige Rolle spielen dabei unter anderem die vorhandenen Ressourcen, die Sensibilisierung der Beteiligten einschließlich Schulungsmaßnahmen, die Kommunikation sowie die Dokumentation und Ablauflenkung.

Um eine effektive Umsetzung zu gewährleisten, sind die nachfolgenden Punkte zu beachten:

1. Sicherstellung der benötigten Ressourcen zur Implementierung des EnMS und Umsetzung der Aktionspläne
2. Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung für Mitarbeiter
3. Training (Schulung) der Mitarbeiter
4. Kommunikation des EnMS
5. Dokumentation des EnMS und Kontrolle der Dokumentation
6. Ablauflenkung aller relevanten Prozesse, inklusive der Beschaffung und Wartung

Die Check-Phase

In dieser Phase werden die bislang durchlaufenen Maßnahmen hinsichtlich ihrer Zielwirksamkeit bewertet. Maßnahmen in diesem Zusammenhang sind die Überwachung und Messung, die Einhaltung von Rechtsvorschriften, das Durchführen von Korrekturen und präventiven Maßnahmen, die Planung und Strukturierung der Dokumentation sowie die Durchführung interner Audits.

Bei den regelmäßigen Überprüfungen in der Check-Phase sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

1. Überwachung und Messung (Energie-Controlling)
2. Bewertung der Einhaltung von Rechtsvorschriften
3. Durchführung von Internen Audits
4. Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen gegenüber erkannten bezie-



Foto: Volker Schlichting

hungsweise zu befürchtenden Nichtkonformitäten

5. Planung und Strukturierung der Dokumentation.

Den vorstehenden Punkten schließt sich die Überprüfung durch das Top-Management (Act-Phase) an.

Die Act-Phase

Sie beinhaltet die Überprüfung des Energiemanagements und muss bei Unternehmen und Organisationen auf oberster Managementebene erfolgen. Auf Grundlage der Ergebnisse werden dann die Korrekturen eingeleitet („Management Review“, Verbesserungsmaßnahmen). Nach Abschluss der letzten Phase (Act) und Bewertung der Ergebnisse wird der PDCA-Zyklus erneut durchlaufen.

Daten erheben und messen

Um Einsparpotenziale aufzudecken und Veränderungen feststellen zu können, muss der gesamte Energiefluss erfasst, analysiert und dokumentiert werden. Je höher der Verbrauch, desto genauer sollte gemessen werden; und je detaillierter die Messung sind, desto leichter können Einsparpotenziale erkannt werden.

Messungen und Energiekennzahlen

In Verbindung mit einem EnMS spielt die Dokumentation eine zentrale Rolle. Es ist zu beachten, dass hierfür von Anfang an eine – auch über längere Zeiträume nachvollziehbare – Struktur für die Darstellung der Energieflüsse aufgebaut wird.

Im Zuge der Einführung eines EnMS müssen darüber hinaus verschiedene Kennzahlen (Energieleistungskennzahlen) gebildet werden, die für die Verwirklichung der jeweiligen Zielsetzung repräsentativ sind. Um künftige Veränderungen mit Blick auf den Energieverbrauch und -einsatz sinnvoll bewerten zu können, muss deshalb, wie auch in der DIN EN ISO 50001 festgelegt, eine Vergleichsperiode als energetische Ausgangsbasis festgeschrieben werden, an der die Fortschritte hinsichtlich der Energieeffizienz ablesbar sind.

Bei bestehender ISO 14001 (Umweltmanagementsystem) sind im Unternehmen bei der energetischen Bewertung folgende Punkte zu beachten:

- Die derzeitigen Energiequellen sind zu ermitteln, und der bisherige und aktuelle Energieverbrauch sind zu bewerten
- Die für den Energieeinsatz und -verbrauch wichtigen Anlagen, Prozesse und Personen sind zu ermitteln
- Die relevanten Einflussfaktoren für den Energieeinsatz sind zu bestimmen
- Der derzeitige Energieeinsatz und -verbrauch für die wichtigsten Energieeinsatzbereiche ist zu bestimmen und der künftige Energieeinsatz und -verbrauch abzuschätzen
- Möglichkeiten zur Verbesserung der energiebezogenen Leistung sind zu identifizieren und zu priorisieren

Hinweis: Bei bestehendem Emas III ist

die Prüfung des aktuellen und früheren Energieverbrauchs durch die Berücksichtigung vorhandener Daten in der Umweltprüfung sowie die Identifikation von Bereichen mit erheblichem Energieverbrauch in der Regel bereits erfüllt.

Technisches Monitoring (TM) – VDI 6041 Entwurf

Das Technische Monitoring (TM) ist Voraussetzung für die Erreichung und Erhaltung des optimalen Betriebs eines Gebäudes und teilt sich auf in das „Energie- und Anlagenmonitoring“.

Wesentliche Ziele des TM sind die Erreichung von:

- Wirtschaftlichkeit
- Optimierung des Anlagenbetriebs
- Bedarfsdeckung (höhere Funktionalität)
- Energieeffizienz und Nachhaltigkeit
- Bedarfsgerechter Anlagenbetrieb
- Einflussnahme auf das Nutzerverhalten
- Dokumentation

Mit der VDI 6041 „Technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen (Entwurf April 2015) werden die notwendigen Leistungen definiert sowie dem Fachplaner wie auch dem Eigentümer oder Betreiber von Gebäuden und technischen Anlagen die entsprechenden Hilfen (wie Ablaufpläne/Checklisten, Monitoring-Steckbrief) an die Hand geben. So gesehen kann die VDI 6041 (Entwurf) für den Bereich Gebäude und gebäudetechnische Anlagen zukünftig einen praktischen Beitrag auch für die Erstellung von EnMS im Zuge der Datenerhebung und notwendigen Messungen leisten, wenngleich es den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes und seiner technischen Anlagen im Focus hat.

Software für Energiemanagementsysteme

Es gibt auf dem Markt ein vielfältiges Angebot an Software für die Erstellung von EnMS. Diese muss bestimmte Mindestanforderungen des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa)

erfüllen, um als förderfähig entsprechend der „Richtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zur Förderung von Energiemanagementsystemen“ vom 18. Mai 2015 eingestuft zu werden. Die Bafa führt darüber eine ständig aktualisierte Liste über die förderfähigen Software-Produkte, die konform zur DIN EN ISO 50001 sein müssen.

Energie-Controlling

Letztendlich stellen die Kosteneinsparungen das wichtigste Ziel eines jeden EnMS dar; hier ist das Schnittstellenmanagement gefragt. Um überholte Verteilungsschlüssel für Energiekosten im Controlling zu vermeiden, sind diese vom Controller und Energiemanager regelmä-

ßig auf Aktualität zu überprüfen und bei Bedarf zu aktualisieren. Bei bestehender ISO 14001 (Umweltmanagementsystem) müssen die zuvor aufgeführten Punkte unter „Messungen und betriebliche Energiekennzahlen“ beachtet werden.

Energieaudit

Ein Energieaudit nach DIN 16247 Teil 1 ist in erster Linie für kleine und mittlere Unternehmen (unter 250 Mitarbeitern und unter 50 Millionen Euro Umsatz) oder 43 Millionen Euro Bilanzsumme gedacht, die regelmäßig ihre Energieeffizienz überprüfen wollen und/oder den Spitzenausgleich bei der Strom- und Energiesteuer beantragen. Die meisten KMU wählen jedoch das vereinfachte „Alternative Sys-



Schnelle Renovierung in bewohntem Zustand möglich!

Moderner Wohnkomfort auch im Altbau!

Uponor Renovis – Trockenbaupanel mit integrierter Flächenheizung/-kühlung

- Schnell, sauber und energiesparend renovieren von bis zu 3 Räumen pro Tag
- Installation auf den üblichen CD Profilen 60/27 an allen Wand- und Deckenoberflächen
- Heizfläche und neue Wand-/Deckenoberfläche in Einem
- Raumnahe Betriebstemperaturen für optimale Nutzung regenerativer Energien

www.uponor.de/renovis

uponor

tem“ entsprechend der Spitzenausgleich-Effizienzsystemverordnung (SpaEFV) oder gleich die umfangreiche Zertifizierung nach DIN EN ISO 50001. Nach EDL-G sollen kommunale und große Unternehmen mindestens ein Energieaudit bis 5. Dezember 2015 durchführen oder die DIN EN ISO 50001 einführen.

Das „interne“ Audit

Es sind regelmäßig, mindestens einmal jährlich, interne Audits vorzunehmen, die eine systematische Überprüfung des EnMS beinhalten. Die interne Auditierung dient dazu, Funktion und Wirkung des EnMS, das Energiemanagementprogramm und die Ziele weiterzuentwickeln sowie neue Maßnahmen für die Optimierung des EnMS zu konzipieren. Damit stellt das Audit ein systematisches Element zur internen Überprüfung des EnMS dar.

Das interne Audit kann von geschulten Mitarbeitern (Energiemanagern) des jeweiligen Unternehmens durchgeführt werden, die über die erschöpfenden Kenntnisse über das EnMS sowie die DIN EN ISO 50001 verfügen und zudem außerhalb des direkten Managements des EnMS stehen. Im anderen Fall kommt die Hinzuziehung eines externen Auditors infrage, wobei dieser auch die Zertifizierung durchgeführt haben sollte, um keine unnötigen Kosten zu produzieren.

Bei der Durchführung eines internen Audits sollten vom Auditor folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Die vorbereiteten Unterlagen sollen die Anforderungen der DIN EN ISO 50001 erfüllen
- Die Mitarbeiter wurden vorab richtig informiert und nehmen aktiv am Prozess teil

Die Ergebnisse aus dem internen Audit sollen in einem „Energiebericht“ niedergeschrieben werden, der alle aktuellen Energiedaten beinhaltet. Neben dem aktuellen Stand des EnMS soll der Bericht notwendige Folgeaktivitäten und Verfahren zur Überprüfung der Resultate daraus enthalten.

Der Energiebericht soll nicht nur auf mögliche Verbesserungen, sondern auch konkret auf die Belange der Energieeffi-

zienz eingehen. Er soll ferner die Ergebnisse der Aktivitäten mit den Plänen und Zielen der Energiemanagementprogramme vergleichen und zugleich aufzeigen, inwieweit der Energieverbrauch und die Energieeffizienz tatsächlich verbessert worden sind.

Förderung von Energiemanagementsystemen

Am 1. Mai 2015 trat die neu gefasste Förderrichtlinie für Energiemanagementsysteme vom 18. März 2015 in Kraft. Ein Merkblatt hierzu steht unter der Rubrik „Publikationen“ auf der Internet-Seite der Bafa zur Verfügung; ein Zuschuss

für die Einführung eines EnMS und für die Beschaffung von entsprechenden Messeinrichtungen sowie Software kann ebenfalls bei der Bafa durch einen in der Bafa-Liste aufgeführten Effizienzberater beantragt werden.

Einige Änderungen bei der Erstzertifizierung (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) in Verbindung mit einer Erstzertifizierung kann nunmehr zusätzlich gefördert werden:

- Externe Beratung zur Entwicklung, Umsetzung und Aufrechterhaltung eines EnMS (Förderung 60 Prozent, maximal 3000 Euro)



Fotos: Sziget



Für die Wartung und Instandhaltung von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden hat der Arbeitskreis Maschinen und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen die Empfehlung „Wartung 2014 – Wartung, Inspektion und damit verbundene kleine Instandsetzungsarbeiten von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden“ herausgegeben.

- Schulung der Mitarbeiter zum Energiebeauftragten/Managementbeauftragten für ein EnMS (Förderung 30 Prozent, maximal 1000 Euro).

Änderung beim Erwerb von Messtechnik

- Erhöhung der förderfähigen Ausgaben die die Installation der Messtechnik auf maximal 30 Prozent der Investitionskosten für Messtechnik

Wartung und Instandhaltung

Die Ziele eines Energiemanagements sind nur zu erfüllen, wenn die Systeme (wie auch Gebäude und Anlagen) im Rahmen des Facility-Management gewartet und instand gehalten sowie Prozesse ständig überwacht werden, um unter anderem einen weitestgehenden störungsfreien Betriebsablauf zu gewährleisten. Damit stellt die Wartung und Instandhaltung in vieler Hinsicht ein gewichtiges Element für die kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz dar.

Mit der Wartung und Instandhaltung verfolgt der Anlagenbetreiber folgende Ziele:

- Vorbeugung von Systemausfällen
- Erhaltung sowie Verbesserung der Betriebssicherheit
- Erhaltung sowie Erhöhung der Lebensdauer von Anlagen und Maschinen
- Vorausschauende Planung von Kosten

- Vorbeugung einer Personengefährdung durch Vermeidung des Versagens technischer Systeme

Es ist deshalb unabdingbar, dass für Wartungen und Inspektionen Wartungspläne aufgestellt sowie für Prozesse entsprechende Funktionsbeschreibungen aufgestellt werden, wobei die entsprechenden Dokumente fallweise auch kontinuierlich fortzuschreiben sind.

Für die Wartung und Instandhaltung von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden hat der Arbeitskreis Maschinen und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen die Empfehlung „Wartung 2014 – Wartung, Inspektion und damit verbundene kleine Instandsetzungsarbeiten von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden“ herausgegeben. Diese Empfehlung wurde im April 2014 vom Bundesministerium für Umwelt für den zivilen Bundesbereich als verbindlich eingeführt. Obgleich die Empfehlungen für den öffentlichen Bereich gelten, können sie uneingeschränkt auch im privaten Bereich Anwendung finden. Die Empfehlungen beinhalten neben den Vertragsmustern „Wartung und Inspektion“, „Ergänzungsvertrag – Störungsbeseitigung“ auch die notwendigen Arbeitskarten sowie ein Muster für die notwendigen Bestandslisten.

In den Bestandslisten werden Art, Standort, Baujahr und sonstige Daten der technischen Anlagen und Einrichtungen

genau und umfassend angegeben. Für häufig vorkommende Anlagen, die regelmäßig (periodisch) oder bei Bedarf zu warten und/oder zu inspizieren sind, wurden Arbeitskarten mit Muster-Leistungskatalogen entwickelt. Diese Karten sind auch anwendbar, wenn Leistungen durch betreiber- oder nutzereigenes Personal erbracht werden sollen. Die Bezifferung der Bestandslisten sowie Arbeitskarten erfolgt entsprechend der DIN 276.

Vorausschau

Mit „Tendenz steigend“ werden in modernen Gebäuden („Smart Buildings“) vernetzte, elektrische Geräte installiert, die die haustechnischen Anlagen für Wärme, Licht, Lüftung und Wasser regeln und steuern oder beispielsweise Jalousien nachführen. Dieselbe Entwicklung ist für kleinere Gebäude wie Ein- und Mehrfamilienhäusern zu beobachten („Smart Home“). Damit werden zukünftig neue Anwendungsbereiche und Services hinzukommen, die nicht nur den Komfort der Nutzer verbessern, indem sie beispielsweise Temperatur und Beleuchtung regeln, sondern darüber hinaus mittels angepasstem Betriebsverhaltens auch Energie sparen. So kann mittels moderner Sensorik die Klimatisierung in Büroräumen mehrmals am Tag ausgeschaltet werden, ohne das Raumklima und die Lufthygiene merklich zu verschlechtern. „Intelligente“ Sensoren überwachen dabei kontinuierlich die Anlagen und liefern auf Echtzeitbasis beispielsweise für Klimaanlage im Sommerbetrieb deren aktuell benötigte Kühlleistung. Da der Entwurf solcher Systeme sich zumeist komplex gestaltet und unter Umständen aus hunderten von Geräten besteht, werden hierfür neue verteilte Rechnerplattformen benötigt, die sich den jeweiligen veränderlichen Gegebenheiten anpassen können. Gerade die Zusammenführung unterschiedlicher Teilsysteme (Anlagen) in ein gemeinsames symbiotisches Netzwerk stellt eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Die ständige Protokollierung des Betriebs und der Betriebszustände der Systeme geben einen präzisen und umfassenden Status aller Anlagen wieder und sind daher auch ein nachhaltiges Instrument für die kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz.

www.st-energieberatung.de

Die Autoren

Tibor Szigeti

Diplom-Ingenieur (Uni) Europa-Ingenieur

Szigeti ist GIH-Mitglied und Inhaber des Ingenieurbüros S & T für Energieeffizienz, Energieaudit und Energiemanagement. Er ist Mitglied im Arbeitskreis Nachhaltigkeit und Energieeffizienz im Hochbau der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau.



Reinhard Mermi

Diplom-Ingenieur (FH)

Mermi ist Senior-Chef und Mitinhaber eines Ingenieur- und Sachverständigenbüros für technischen Brandschutz und Energie. Er ist ebenfalls Mitglied im Arbeitskreis Nachhaltigkeit und Energieeffizienz im Hochbau der Bayerischen Ingenieurekammerbau.