

GEBÄUDEAUTOMATION – SCHLÜSSEL ZUR ENERGETISCHEN EFFIZIENZ

Dr. Ulrich Möhl, Leiter Energiedienstleistungen

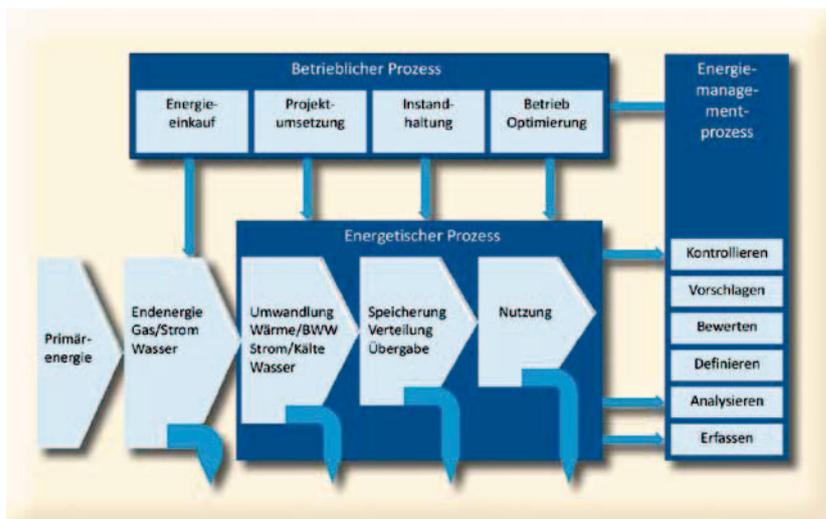


Abb.1: Energetischer Prozess und betriebliches Umfeld

klar strukturierten Prozess folgt. Auf der Basis ökologischer und ökonomischer Zielsetzungen werden durch diesen Prozess Maßnahmen eingeleitet und überwacht, die der Erfüllung dieser Ziele dienen.

Widmet man sich primär der technischen Seite der Gleichung, dann wird man erkennen, dass die energetische Effizienz in hohem Maße von automationstechnischen Elementen bestimmt wird. Die GA hat sozusagen die Funktion, das zu ermöglichen, was aus energetischer Sicht anlagen- und betriebstechnisch erforderlich bzw. erreichbar ist, ohne gegen die Anforderungen der betrieblichen Prozesse zu verstoßen. Deswegen ist die Automationstechnik auch aus keiner einzigen Energieeffizienzmaßnahme wegzudenken.

Die Vielzahl neuer Technologien insbesondere auch im Zusammenhang mit dem Einsatz regenerativer Energien, bei denen automationstechnische Lösungen von der Stange nicht anwendbar sind, macht es immer schwieriger, die erwartete Performance vielversprechender anlagentechnischer Lösungen in der Praxis erfolgreich umzusetzen. Der Man-

gel an qualifizierten Ingenieuren, die in der Lage sind, komplexe regelungs- und systemtechnische Aufgaben kompetent zu analysieren und zu lösen, tut hierbei sein Übriges. Nicht umsonst werden Forschungsvorhaben gefördert, die der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Effizienz und Wirtschaftlichkeit bestimmter Anlagentypen dienen.

Das Thema „Energetische Effizienz“ war zwar schon immer Gegenstand der Gebäudeautomation, hat sich jedoch bisher kaum in Richtlinien niedergeschlagen. Mit der EN 15232 aus 2007 liegt seit einigen Jahren nun ein Dokument vor, das das Lösungsspektrum typischer Anwendungen der HLK-, Beleuchtungs- und Sonnenschutztechnik in GA-Effizienzklassen gliedert. Das Spektrum der Effizienzbereiche der GA lässt sich auch in typische Steuerungs- und Regelfunktionen einteilen, die jeweils unter-

Energetische Effizienz hängt von den bau- und anlagentechnischen Gegebenheiten sowie den aktuellen betrieblichen Anforderungen eines Gebäudes ab. Die unter Berücksichtigung dieser Faktoren erreichbare optimale Güte der energetischen Prozesse definiert im Vergleich zum aktuellen Energieverbrauch das verfügbare Optimierungspotential. Diese Güte kann durch ein strukturiertes Energiemanagement und die Umsetzung der daraus resultierenden Empfehlungen für die relevanten betrieblichen Prozesse beeinflusst werden. Hierbei kommt der Gebäudeautomation – kurz GA – eine zentrale Rolle zu, da sie die betriebstechnischen Anlagen eines Gebäudes regelt und steuert. Grundvoraussetzung aller energetischen Effizienz ist die Existenz eines auf die betrieblichen Belange abgestimmten Energiemanagements, das einem

schiedliche Aufgaben zu erfüllen haben und doch gleichzeitig Teil einer Gesamtlösung sein können. Auch dieser Ansatz kann bei der Suche nach systematischen Lösungen für neue Anwendungen sehr hilfreich sein.

BETRIEBLICHES UMFELD

Im Zentrum jeglicher energetischen Optimierung steht der durch den Betrieb eines Gebäudes bestimmte energetische Prozess. Dieser Prozess wird durch Endenergie in Form von Gas, Strom, Öl, Wasser etc. gespeist und durch eine Umwandlungs- und Verarbeitungskette in nutzbare Energie gewandelt. Während die vor der Gebäudegrenze liegenden energetischen Aufwendungen für Förderung, Umwandlung und Transport der Energie durch den Gebäudeeigentümer bzw. –nutzer nur durch die Wahl des Lieferanten bzw. der Energieform beeinflussbar sind, bietet der energetische Prozess

innerhalb eines Gebäudes oder Betriebs vielfältige Optionen zur Optimierung. Geeigneten Möglichkeiten der Optimierung des energetischen Gebäudeprozesses können jedoch nur auf Basis eines professionellen Energiemanagements identifiziert und umgesetzt werden. Der Erfolg eines derartigen Qualitätsmanagementsystems setzt gemäß DIN EN ISO 50001 eine klare Verpflichtungserklärung „aller Ebenen und Funktionen einer Organisation, vor allem des Top-Managements“ voraus.

Es ermöglicht einer Organisation „eine Energiepolitik zu entwickeln und einzuführen, und strategische und operative Energieziele, sowie Aktionspläne, welche gesetzliche Anforderungen und Informationen bezüglich des wesentlichen Energieeinsatzes berücksichtigen, festzulegen und einzuhalten“. Die Umsetzung dieser Maßnahmen wird als Teil der betrieblichen Prozesse vollzogen (vgl. Abb.1). Insbesondere sind hier die Aufgaben der betrieblichen Optimierung, der Instandhaltung der Umsetzung definierter Energieoptimierungsprojekte sowie des Energieeinkaufs zu nennen.

ZIELSETZUNGEN

Heutzutage orientieren sich viele Immobilienbesitzer und -nutzer an Zielen, die ihnen helfen, die Produktivität zu erhöhen, vorausschauend zu investieren und den Wert der gebäudetechnischen Anlagen zu erhalten oder zu steigern. Für die Steuerung der energetischen Effizienz in neuen oder Bestandsgebäuden können durch ein Energiemanagementsystem (EnMS) sowohl quantitative als auch qualitative Kriterien festgelegt werden. Sie gliedern sich in die folgenden Kategorien:

- ▶ Energieverbrauch und -kosten
- ▶ Umweltbelastung
- ▶ Betriebssicherheit
- ▶ Behaglichkeit
- ▶ Rendite

Dabei spielen lebenszyklusorientierte Ansätze eine besondere Rolle. Sie

gewährleisten eine gute Balance zwischen dem Grad der Technisierung und den damit verbunden betrieblichen Folgekosten.

ENERGIEMANAGEMENTPROZESS

Unerlässliche Basis jeglicher Entscheidungen ist die konsequente Einhaltung eines Energiemanagementprozesses, wie in Abb.2 zu sehen ist.

Beim Erfassen des Istzustandes (E) sind folgende Aufgaben durchzuführen

- ▶ Energielieferverträge
- ▶ Abrechnungen der letzten 3 Jahre
- ▶ Zählerablesungen und Lastgänge
- ▶ Nutzungs- und Produktionsangaben



Abb.2: Energiemanagementprozess

- ▶ Anlagenschemen mit technischen Daten
- ▶ Wartungs- und Messprotokolle
- ▶ Raumbuch und Grundrisse
- ▶ Konstruktionsdaten
- ▶ Datenpunktlisten und Regelungsschemen
- ▶ Informationen zu geplanten Instandsetzungen
- ▶ Begehungen
- ▶ Interviews
- ▶ Messungen

Bei der Analyse des Istzustandes (A) ist beginnend mit einem Benchmarking des gemessenen Energieverbrauchs die Bildung einer Baseline und darauf aufbauend die Energiebilanz für die betrachteten Objekte zu erstellen. Je präziser die

Energiebilanz ausfällt, desto besser können nachfolgend die Einsparpotentiale einzelner Maßnahmen bewertet werden. Die Energiebilanz ist damit der wesentliche Baustein, der sowohl für die Kalkulation des Sollzustandes als auch für das spätere Energiecontrolling von fundamentaler Bedeutung ist.

Durch energetische Berechnungen und Simulationen einzelner Verbraucher bzw. Verbrauchsbereiche in den Segmenten Wärme, Strom und Wasser wird ein möglichst genaues Modell gebildet, das auf die Baseline – d.h. den gemessenen Verbrauch – kalibriert wird.

Hierdurch kann mangels entsprechender Ausgangsdaten eine unvermeidbare Unschärfe in bestimmten Verbrauchsbereichen durch möglichst präzise Simulationen in anderen Bereichen minimiert werden, in denen ausreichende Informationen über die Anlagentechnik und die Nutzung verfügbar sind.

Beim Definieren von Projekten/ Lösungen (D) muss zunächst die Zielsetzung für das Energieeffizienzprojekt gemäß den oben dargestellten Kriterien vorgegeben werden. Danach erfolgt die Maßnahmen- und Variantenplanung.

Beim Bewerten von Projekten/Lösungen (B) sind zunächst die Kosten und Einsparungen zu ermitteln, um anschließend eine Bewertung nach unterschiedlichen Kriterien durchführen zu können und so die Grundlage für einen Umsetzungsvorschlag zu schaffen. Folgende Schritte sind hierbei durchzuführen:

- ▶ Ermittlung des Sollverbrauchs durch Anlagen- und Gebäudesimulation des Sollzustandes
- ▶ Bildung der Soll-Energiebilanz
- ▶ Kalkulation der Investitionskosten
- ▶ Kalkulation der Instandhaltungskosten
- ▶ Ermittlung der förderfähigen Anteile und Zuschüsse
- ▶ Ermittlung der zu erwartenden steuerlichen Befreiungen und Boni
- ▶ Ermittlung der Einspeisevergütung z.B. Strom

- ▶ Ermittlung der Nutzungs- und Lebenszyklus-Kosten (Nutzwert-Analyse)
- ▶ Sensitivitätsanalysen
- ▶ Risikoanalysen

Beim Vorschlagen von Projekten/Lösungen (V) werden nochmals die wichtigsten Fakten von der Beschreibung der Ausgangslage bis hin zur Projektempfehlung zusammengestellt, um über eine entsprechende Entscheidungsvorlage zu verfügen. Hierzu gehört auch die Darstellung der

- ▶ Bestehenden Rahmenbedingungen
- ▶ Zeitplanung
- ▶ Organisation
- ▶ Chancen und Risiken und
- ▶ Vorschläge zur Projektabwicklung

niemals durch ein einziges Element bestimmt, so auch nicht alleine durch die GA, s. Abb.3. Nicht selten werden der GA wundersame Fähigkeiten nachgesagt, streng nach dem Motto: „Ohne eine gescheite GA läuft sowieso nichts.“ Wie die Praxis zeigt, gilt der Umkehrschluss, dass „miteinergescheitener Automationstechnik alles bestens läuft“ deswegen leider auch nicht immer. Es soll schon Fälle gegeben haben, bei denen durch eine zu komplexe Automationstechnik genau das Gegenteil bewirkt wurde. Grundvoraussetzung jeglicher energetischen Effizienz ist die Verfügbarkeit effizienter Versorgungsanlagen sowohl auf der Erzeugerseite als auch auf der Abnahmeseite. Damit Energie im benötigten Umfang und der

Verwirklichung eines optimalen Systemkonzeptes darstellen

- ▶ dem Mess- und Zählkonzept, das der Schaffung von Transparenz nicht nur beim Verbrauch einzelner Anlagen, Systeme oder Gebäudebereiche sondern z.B. auch bzgl. der Möglichkeit der Analyse des Regelungsverhaltens und der Wirkungsgrade einzelner Anlagen dient
- ▶ dem Meldekonzept, das dem Betreiber die zeitnahe Behebung von Störungen oder sonstigen unerwünschten Verhaltens der Anlagen ermöglicht
- ▶ Natürlich muss das GA-System über seine Mensch-Maschine-Schnittstelle die notwendige Informationsbasis stellen, die den Betreiber in die Lage versetzt, schnell und möglichst zweifelsfrei zu diagnostizieren und zu handeln. Hier kommt die betriebliche Leistung ins Spiel, durch die bestimmt wird, ob ein anlagentechnischer Missstand mit einer guten Reaktionszeit behoben wird.

Last but not least kommt dem Energiecontrolling eine besondere Bedeutung zu, da es in der Lage ist, Anomalien schnell zu erkennen und darauf zu reagieren. Da ein Energiecontrolling-System ausschließlich auf Basis historischer Werte arbeitet, können hierüber auch Langzeittrends beobachtet werden.

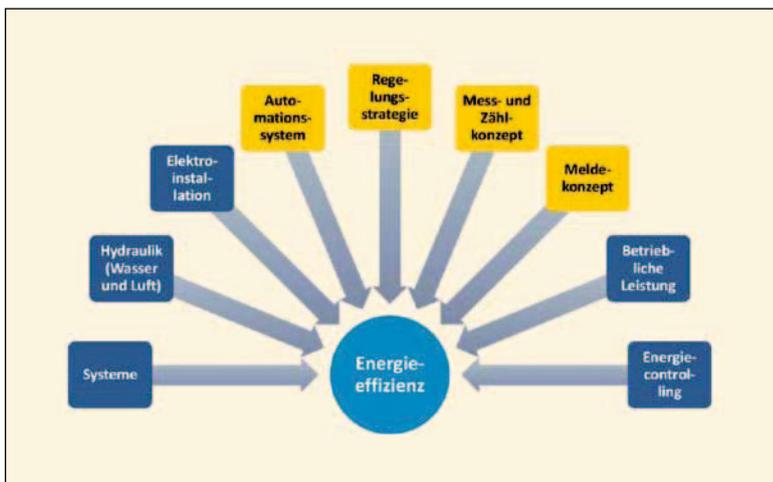


Abb.3: Elemente energetischer Effizienz

Bei der Umsetzung von Projekten (U) werden eine genaue Aufgliederung der Aufgaben und ihre Darstellung im Projektstrukturplan (PSP) als Grundlage für alle weiterführenden Aktivitäten der Projektabwicklung vorgenommen. Beim Kontrollieren von Projekten (U) erfolgt die Überwachung und Dokumentation der Energieverbrauchswerte in einem Kontrollzentrum, das auf dem Energiemanagementsystem basiert. Dieses dient der zeitnahen und permanenten Qualitätssicherung für das Erreichen der Zielvorgaben aus der Umsetzungsphase.

ELEMENTE ENERGETISCHER EFFIZIENZ

Energetische Effizienz wird durch eine Vielzahl von Elementen gleichzeitig und

gewünschten Qualität auf der Abnahmeseite zu jeder Zeit angelangt, ist ein entsprechendes Rohrleitungs- und Kanalsystem bereitzustellen, das üblicherweise auch die Elemente zur Speicherung überschüssiger Kapazitäten enthält. Gleiches gilt für die Elektroinstallation.

Die GA stellt dann das verbindende System dar, das aus vier wesentlichen Komponenten besteht:

- ▶ dem eigentlichen GA-System, das die technologische Basis für Erfüllung der regelungs- und steuerungstechnischen Aufgaben darstellt
- ▶ den Regelungs- und Steuerstrategien, die durch Programmierung der Automationsstationen bereitgestellt werden und den eigentliche Kern der

MASSNAHMENARTEN

Grundsätzlich können die Maßnahmen folgenden Kategorien zugeordnet werden (vgl. Abb.5):

- ▶ **Maßnahmen zur Vermeidung unnötigen Energieverbrauchs:** Dieser Maßnahmenbereich gehört eindeutig in die Domäne der GA, wenn man an die Möglichkeiten der Einzelraumregelung, des zeitplanabhängigen Schaltens sowie der zeit- und nutzungsabhängigen Veränderung von Sollwerten denkt.
- ▶ **Maßnahmen zur Verbesserung der Wirkungsgrade:** Viele Anlagen verhalten sich nichtlinear und haben je nach Betriebspunkt unterschiedliche Wirkungsgrade; diese Anlagenwirkungsgrade bestimmen

EnergieEffizienz ist nicht nur Vision, sie ist unser Anspruch!



Für Imtech hat nicht die Erzeugung alternativer Energieträger, sondern die effiziente Nutzung von Energie Priorität. Über die Technologien und das Know-how, diese einzusetzen, verfügen wir bereits heute. Beides setzen wir intelligent, wirtschaftlich und nachhaltig ein.

Ob in der Industrie, für Flughäfen oder Stadien, in Rechenzentren oder Krankenhäusern – es gibt kaum eine Imtech-Leistung, die nicht von Energie- und Umweltfragen berührt wird. Energie und EnergieEffizienz stehen im Mittelpunkt unseres unternehmerischen Denkens und Handelns. Imtech realisiert aus einer Hand innovative Gebäudetechnik und nachhaltige Dienstleistungen für einen effizienteren Umgang mit Energie.

- Energie- und Gebäudetechnik
- Kraftwerkstechnik
- Energie-Contracting
- EnergieEffizienz/-Management
- Forschung und Entwicklung
- Industrielle Lufttechnik
- Stadion- und Arenatechnik
- Smart Buildings
- IT-Technik
- Prüfstandtechnik
- Reinraumtechnik
- Technisches Gebäudemanagement

natürlich maßgeblich die energetische Effizienz; sie können aber darüber hinaus auch durch die GA beeinflusst werden, indem diese bevorzugt die Leistungsbereiche mit dem besten Anlagenwirkungsgrad ansteuert.

► **Maßnahmen zur Energierückgewinnung:**

Die Wärmerückgewinnung stellt z.B. zunächst hohe Anforderungen an den Anlagenbau; je nach Komplexität der hydraulischen Schaltung kann aber auch hierbei der GA eine tragende Rolle zukommen.

► **Maßnahmen zur Substitution von Energieträgern:**

In der Zeit des Einsatzes regenerativer Energien haben wir es immer mehr mit multivalenten Anlagen zu tun, bei denen die unterschiedlichen Temperaturniveaus der einzelnen Versorgungssysteme zu beachten sind; außerdem sind in solchen Systemen üblicherweise Speicher eine Grundvoraussetzung für einen effizienten Betrieb der Anlagen; es ist also nicht von der Hand zu weisen, daß sich auch hierbei nur über eine leistungsfähige Regelungstechnik der gewünschte Erfolg einstellen kann.

► **Maßnahmen zur Minimierung des Nutzenergiebedarfs**

hierbei handelt es sich im Allgemeinen um Maßnahmen im Fassadenbereich; da die Fassade aber in zunehmendem

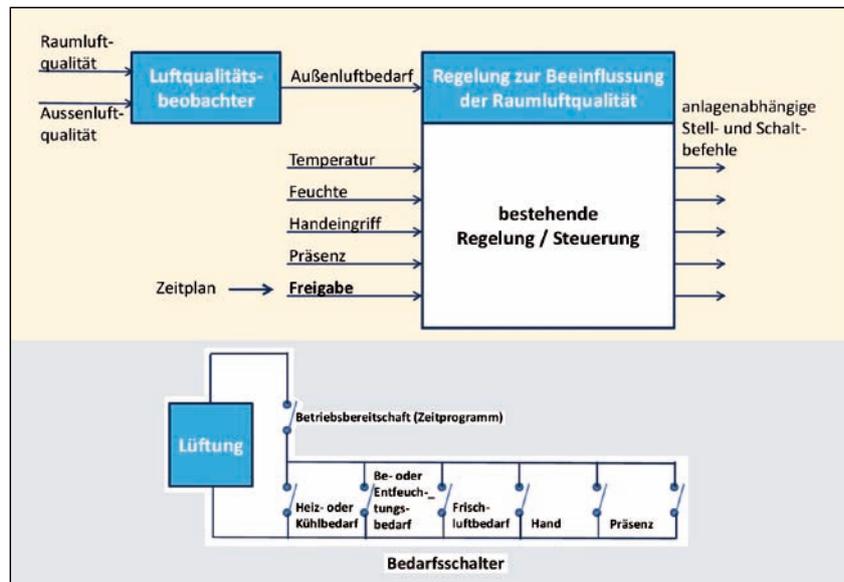


Abb.4: Prinzip der bedarfsgeregelten Lüftung und der Freigabe der Lüftung aufgrund von Bedarfsmeldungen während Zeiten mit Betriebsbereitschaft (VDMA 24773)

GA nicht mehr wegzudenken (Jalousiesteuerung, Brüstungsgeräte)

► **Maßnahmen zum Energiecontrolling:**

Hierbei spielt die Umsetzung des Mess- und Zählkonzeptes genauso wie die historische Aufzeichnung von Messdaten eine wichtige Rolle, die ohne die GA gar nicht denkbar wäre.

ENERGIEEFFIZIENZBEREICHE DER GA

Das verfügbare Spektrum der Effizienzbereiche der GA zu besprechen, sprengt den Rahmen dieses Beitrags. Es sollen

gestattet, bestimmte Gebäudebereiche während definierter Betriebszeiten mit geringeren Anforderungen z.B. an das Temperaturniveau, die Frischluftmenge oder die Beleuchtungsstärke zu betreiben oder bestimmte Versorgungsbereiche gänzlich abzuschalten.

► Das bedarfsabhängige Schalten geht dagegen nicht von einer Zeitplanung, sondern von der Messung des Bedarfs z.B. über CO₂-Sensoren oder Bewegungsmelder aus und regelt die betroffenen Zonen in Abhängigkeit dieser Signale; diese können mit einer Zeitplansteuerung logisch verknüpft sein.

► Optimiertes Schalten und Stellen gestattet es, den Betrieb von Anlagen bzgl. ihres Wirkungsgrades zu verbessern und lastabhängig z.B. mit unterschiedlichen Vor- und Rücklauftemperaturen zu betreiben;

auch kann damit der Abgleich zwischen momentan benötigter und verfügbarer Energie gefunden und durch eine Betriebsabfolge der einzelnen Wärme-/Kälteerzeuger optimiert werden, die sich in Ihrer Priorität an den jeweils möglichen Wirkungsgraden der Erzeuger orientieren.

► Die Folge-/Nachlaufregelung wird z.B. für witterungsgeführte Kessel- oder Heizkreisregelungen eingesetzt; auch können durch eine Kaskadenregelung

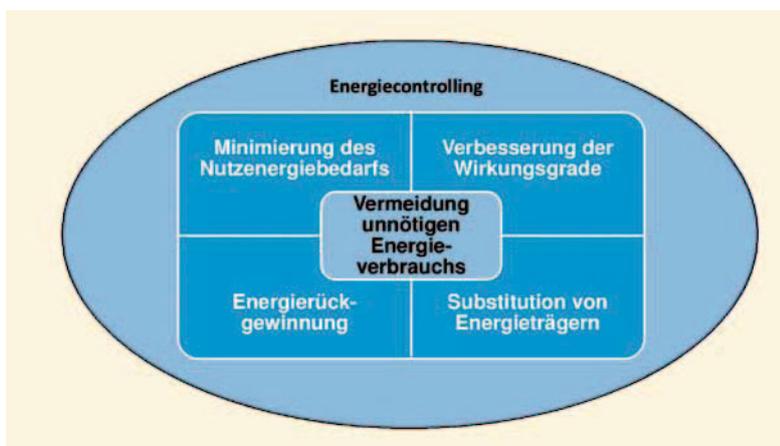


Abb.5: Maßnahmenarten

Maße auch ein aktives Element für Gewinnung oder sogar Rückgewinnung von Energie darstellt, ist auch hier die

daher nur exemplarisch einige Anwendungen aufgeführt werden

► Die Zeitplan- oder Ereignissteuerung

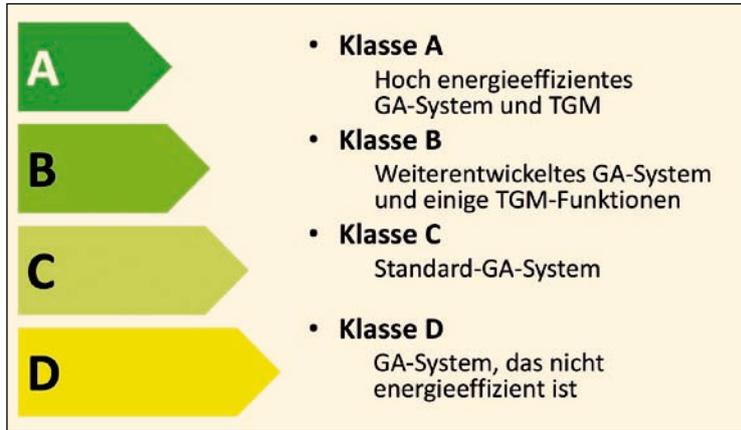


Abb.6: Energieeffizienzklassen von GA-Systemen gemäß DIN EN 15232:2007

das dynamische Regelverhalten verbessert und auch Nichtlinearitäten in einem Teil der Regelstrecke durch einen Hilfsregler ausgeglichen werden.

- ▶ Die Einzelraumregelung bietet ein großes Spektrum an Regelungsmöglichkeiten, die in hohem Maße miteinander vernetzt sind; typische Anwendungen im Raumbereich sind die Beleuchtungssteuerung, die Jalousiesteuerung, die Regelung von Heizung und Kühlung über unterschiedliche Übergabesysteme (vgl. Abb.4), Steu-

ein steigendes Temperaturniveau sondern auch variable Massenströme bei vergrößerter Temperaturdifferenz geregelt werden können; hierdurch können sowohl die Wirkungsgrade der Erzeuger als auch die benötigte Förderenergie positiv beeinflusst werden.

- ▶ Wie schon oben angemerkt, ist die Speicherregelung beim Einsatz multivalenter Versorgungsanlagen unter Berücksichtigung regenerativer Energiequellen unverzichtbar, da häufig die Gleichzeitigkeit von Verfügbarkeit und

griffen und deren sachgemäße Rücksetzung für einen energetisch optimalen Betrieb von Bedeutung sind.

ENERGIEEFFIZIENZKLASSEN DER GA

Mit der DIN EN 15232 aus 2007 liegt eine Richtlinie vor, die folgendes festlegt:

- ▶ eine nach Anwendungen (Heizung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung) gegliederte Liste regelungs- und steuerungstechnischer Funktionen der GA und des technischen Gebäudemanagements, die die energetische Effizienz von Gebäuden beeinflussen
- ▶ ein Verfahren zur Definition von Mindestanforderungen an die GA und das Gebäudemanagement
- ▶ Die Bewertung der Auswirkungen dieser Funktionen für unterschiedliche Gebäudenutzungen
- ▶ Ein vereinfachtes Verfahren zur Abschätzung der Auswirkungen dieser Funktionen

Dabei werden vier verschiedene GA-Effizienzklassen (A, B, C, D) der Funktionen für Nicht-Wohngebäude und Wohngebäude festgelegt, s.Abb.6.

Die relativen Auswirkungen der unterschiedlichen Energieeffizienzklassen von GA-Systemen auf den Energieverbrauch können der nebenstehenden Tabelle (Tab.1) mit den GA- / TGM-Effizienzfaktoren entnommen werden.

Es wird dabei deutlich, dass durch die GA in vielen Fällen Einsparungen zwischen 20 und 30% erzielt werden können.

Autor

*Dr. Ulrich Möhl, Leitung Energiedienstleistungen Germany & Central Europe
YIT Germany, München
Grafiken: YIT Germany
www.yit.de*

	Thermische Energie							
	D	C	B	A	D	C	B	A
	1,51	1,00	0,80	0,70	1,10	1,00	0,93	0,87
	1,24	1,00	0,75	0,50	1,06	1,00	0,94	0,89
	1,20	1,00	0,88	0,80	1,07	1,00	0,93	0,86
	1,31	1,00	0,91	0,86	1,05	1,00	0,98	0,96
	1,31	1,00	0,85	0,68	1,07	1,00	0,95	0,90
	1,23	1,00	0,77	0,68	1,04	1,00	0,96	0,92
	1,56	1,00	0,73	0,60	1,08	1,00	0,95	0,91
	1,10	1,00	0,88	0,81	1,06	1,00	0,93	0,92

Tab.1: GA-/TGM-Effizienzfaktoren gemäß DIN EN 15232:2007

erung elektrischer Bürogeräte; hierbei sind auch zum Teil sicherheitsrelevante Funktionen zu beachten (Entrauchung, Brandschutz, Zutrittskontrolle).

- ▶ Der Leistungsregelung wird im Rahmen von Energieeffizienzprojekten eine besondere Bedeutung zukommen; hierbei kommt zum Tragen, dass erforderliche Energiemengen nicht nur durch

Bedarf nicht gegeben ist; zudem ist durch entsprechende regelungstechnische Strategien sicherzustellen, dass die Speicherkapazitäten auch tatsächlich ausgenutzt werden.

- ▶ Nicht zuletzt sei erwähnt, dass Zustandsmeldungen im Sinne der Registrierung von Betriebsanomalien aber auch zum Erfassen von Handein-

LITERATUR

DIN EN ISO 50001:2011 Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung
DIN EN 15232:2007 Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement
VDMA 24773:1997 Bedarfsgeregelte Lüftung