

Studie zum Eigenenergieverbrauch der Gebäudeautomation

Teils auffällig hoher Stromverbrauch

✓ KOMPAKT INFORMIEREN

Insbesondere bei Gebäuden mit hohen energetischen Standards entspricht der Eigenenergieverbrauch der Raum- und Gebäudeautomation einem beachtlichen Anteil der energetischen Anforderungswerte.

Der als Wärme freigesetzte Eigenenergieverbrauch erhöht die Kühllast und verringert die Regengenauigkeit der Wärmeübergabe.

Wie auch bei anderen TGA-Komponenten ist eine Überdimensionierung von typischen GA-Komponenten doppelt problematisch. Die unnötige Vorhaltung erfordert im Betrieb Energie und im Teillastbetrieb sinkt der Wirkungsgrad für die Energiebereitstellung. Negativ wirkt sich auch der Parallelbetrieb gewerkespezifischer Systeme aus.

Mit einer sorgfältigen Geräte-, System- und Signalauswahl, der Verwendung von Bestgeräten und einem besonderen Augenmerk auf die Standby-Verluste von Antrieben und Beleuchtungslösungen lässt sich der Eigenenergieverbrauch der Gebäudeautomation begrenzen. Gefordert sind aber auch die Hersteller.

Der Eigenenergieverbrauch von Gebäudeautomationssystemen ist keinesfalls vernachlässigbar klein, wie bisher oft angenommen. Nach einer Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) der Schweiz liegt der spezifische Eigenenergieverbrauch von Systemen zur Raumautomation, ohne primärseitige Gebäudeautomation, bei etwa 2 bis 5 kWh/(m²·a). Typische Komponenten mit teils auffällig hohem Stromverbrauch sind Netz- und Vorschaltgeräte, Ventil- und Klappenantriebe, Bussysteme für Beleuchtungen, aber auch Automationsstationen, I/O-Module, Relais und Sensoren.



Bild: nettrivmedia / Stock / Thinkstock

❶ Moderne Gebäude ohne Raum- und Gebäudeautomation energieeffizient zu betreiben ist kaum vorstellbar. Aber: Die Einschätzung, man könne den Eigenenergieverbrauch von Raum- und Gebäudeautomationssystemen vernachlässigen, ist falsch.



Fachberichte mit ähnlichen Themen bündelt das TGA Dossier

➔ **Gebäudeautomation**

WEBCODE 740

➔ Verbrauchen Automationssysteme von Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Beleuchtungsanlagen womöglich mehr Energie als sie einsparen? Die Frage wurde bisher in Fachkreisen kontrovers diskutiert und reicht von Einschätzungen wie „vernachlässigbar“ bis „höher als der Einspareffekt“. Konkrete Zahlen über den Eigenenergieverbrauch (EEV) von Systemen der Gebäudeautomation (GA) fehlten bisher.

Konkrete GA-Lösungen analysiert

Das Ergebnis der schweizerischen Untersuchung „Eigenenergieverbrauch der Gebäudeautomation“ (EEV-GA) vorweg: Die Einschätzung, man könne den Eigenenergieverbrauch von Raum- und Gebäudeautomationssystemen vernachlässigen ist falsch! Im Normalfall liegt die

ser Eigenenergiebedarf im Vergleich zum nach Merkblatt SIA 2024 „Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik“ quantifizierten Energieverbrauch für Heizungs-, Lüftungs-, Klimatisierungs- und Beleuchtungssysteme zwischen 6 und 12 %.

In Gebäuden, die dem in der Schweiz populären Niedrigstenergiestandard Minergie-P entsprechen (Anforderungswert 25 kWh/(m²·a) für Gebäudekategorie „Verwaltung“, ohne Beleuchtung, mit Trinkwassererwärmung, mit 2-facher Gewichtung der Elektrizität), kann der Eigenenergieverbrauch sogar bei 16 bis 36 % des Anforderungswerts liegen, so die Untersuchung ❷.

Den Wissenschaftlern Philip Kräuchi, Dominic Jurt und Christoph Dahinden vom Zent-



Wolfgang Schmid

ist freier Fachjournalist für Technische Gebäudeausrüstung, München, wsm@tele2.de

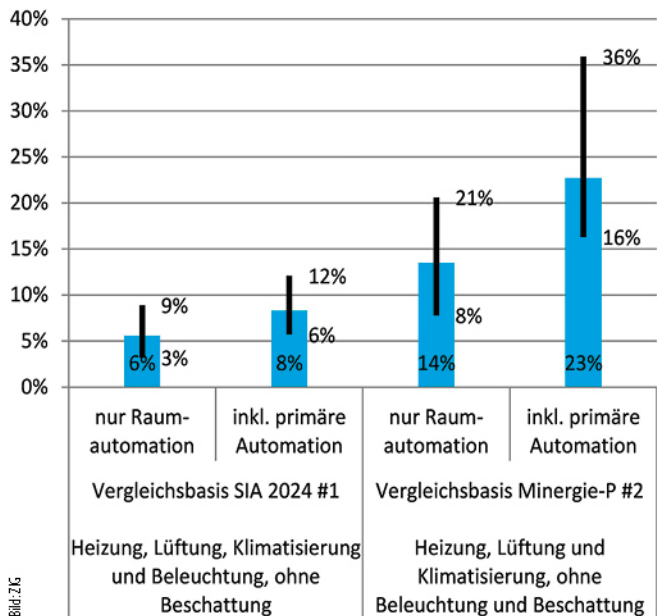


Bild: ZIG

2 Anteil der Gebäudeautomation am Energieverbrauch von Energiedienstleistungen der Gebäudetechnik. #1) Bezugsbasis sind die analysierten Objekte mit einem nach Flächenanteilen hochgerechneten Verbrauch von 43 bis 45 kWh/(m²·a); #2) Bezugsbasis ist die Anforderung für Minergie-P der Gebäudekategorie „Verwaltung“, entsprechend einem Bedarf von 25 kWh/(m²·a) für Raumheizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung und Klimatisierung (Elektrizität mit dem Faktor 2 gewichtet). Datenbasis: Vier reale Objekte und vier Variantenstudien, alle mit umfassender Raumautomation.

rum für Integrale Gebäudetechnik (ZIG) an der Hochschule Luzern – Technik & Architektur war klar, dass sie mit dem Projekt EEV-GA ein eher heikles Thema aufgreifen. Deshalb wurde größter Wert auf eine gut reproduzierbare Messmethode gelegt.

Zunächst wurde vorhandenes Wissen zu diesem Thema zusammengetragen und eine Methodik zur Abschätzung bzw. Messung des Eigenenergiebedarfs von Gebäudeautomationssystemen entwickelt. Der Fokus lag dabei auf GA-Funktionen zur Steuerung, Regelung und Überwachung von Anlagen der Heizung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung und Beschattung. Funktionen im Bereich Sicherheit, Trinkwassererwärmung und Multimedia waren nicht Teil des Projekts.

Untersucht wurden fünf reale, neuere, hochautomatisierte Bürogebäude mit komplett neu-

en Gebäudeautomationssystemen sowie ein Schulhaustrakt ohne mechanische Kühlung. In gleicher Weise wurden auch Analysen an einem fiktiven Gebäude durchgeführt.

Ergänzt wurden die Objektanalysen durch Labormessungen an vier GA-Racks (Baugruppenträger mit Automations- bzw. Steuerungssystem) sowie an Feldgeräten, die von Herstellern von GA-Systemen und Feldgeräten zur Verfügung gestellt wurden. Dabei handelte es sich um Produkte und Systeme der neuesten Generation. Der Aufbau der GA-Racks entsprach dem topologischen Ansatz, wie er in einem mittleren bis größeren Bürogebäude typischerweise gewählt wird 3.

Bei der Durchführung der Messungen legten die Wissenschaftler Wert darauf, alle GA-Racks und deren Einzelkomponenten mit derselben Mess-Einrichtung zu messen. Für die Ausmes-

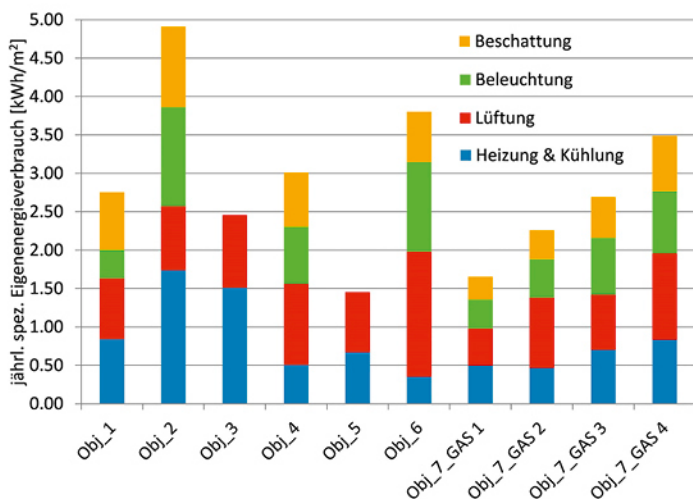


Bild: ZIG

3 Gewerkespezifischer Eigenenergieverbrauch der Raumautomation (ohne primärseitige GA) der sechs Objekte und vier Variantenstudien für jeweils vier Gewerke.

sung von Antrieben (Hubventile, Dreh-Antriebe, thermoelektrische Antriebe) wurden eigens im Projekt konzipierte Mess-Apparaturen eingesetzt. Die Antriebe beziehen elektrische Leistung zum einen über die eigentliche Speisung, zum anderen auch über den Steuerungseingang. Beide gemessene Werte wurden der GA zugerechnet.

Auszug aus den Labormessungen

Netzgeräte: Fast alle Komponenten der Gebäudeautomation arbeiten mit Niederspannung, das heißt, der Netzstrom aus der Hausversorgung mit 230 V wird typischerweise durch Netzgeräte auf 24 V konvertiert. Bei drei von fünf gemessenen Geräten lag der Wirkungsgrad zwischen 80 und 90 % bei einer Last über 40 % der Nennleistung. Im niedrigeren Teillastbereich fallen die Wirkungsgrade teilweise auf unter 50 %. Positiv aufgefallen ist ein Netzgerät, das bei einer Teillast von 20 % bereits einen Wirkungsgrad von über 80 % aufweist. Für die Praxis bedeutet dies, dass die Netzeinspeisung besser auf die zu versorgenden Geräte abgestimmt werden sollte. Konkret: Überdimensionierungen sind zu vermeiden.

Automationsstationen: Im Leerlauf (Idle-Modus) liegen die gemessenen Leistungsaufnahmen bei drei AS-Lösungen zwischen 2,9 und 9 W.

I/O-Module: Durch Messungen wurde die Verlustleistung pro Eingang bzw. Ausgang des Moduls bestimmt, jeweils mit minimaler bzw. maximaler Belegung der Ein-/Ausgänge. Die Gegenüberstellung der Messergebnisse ergab innerhalb aller I/O-Typen und auch innerhalb I/O-Untertypen große produktspezifische Unterschiede in der Verlustleistung mit einer Bandbreite von fast 0 bis 1,7 W je I/O-Punkt ④.

Sensoren: Die Mehrzahl der gemessenen Sensoren (Temperatur, Luftqualität, Präsenz, Helligkeit) hatte eine Leistungsaufnahme von 0,1 bis 0,2 W. „Ausreißer“ sind ein Luftqualitäts-sensor mit nicht-dispersivem Infrarotsensor mit einer Leistungsaufnahme von 0,8 W und eine Wetterstation (mit elektrischer Beheizung des Regensensors) mit einem Leistungsbezug von 3,68 W.

Antriebe: Gemessen wurden Ventil- und Klappenantriebe. Dabei zeigten elektrothermische Antriebe in der Regel höhere Leistungsaufnahmen als elektromotorische Antriebe (Be-

BELEUCHTUNG: HÖHERER EIGENERGIEVERBRAUCH MIT DALI-BUS?

Ein besonderes Augenmerk legten die Wissenschaftler auf die Untersuchung unterschiedlicher Beleuchtungskonzepte und deren Eigenenergieverbrauch (EEV). Dazu gehörten folgende Betriebsarten:

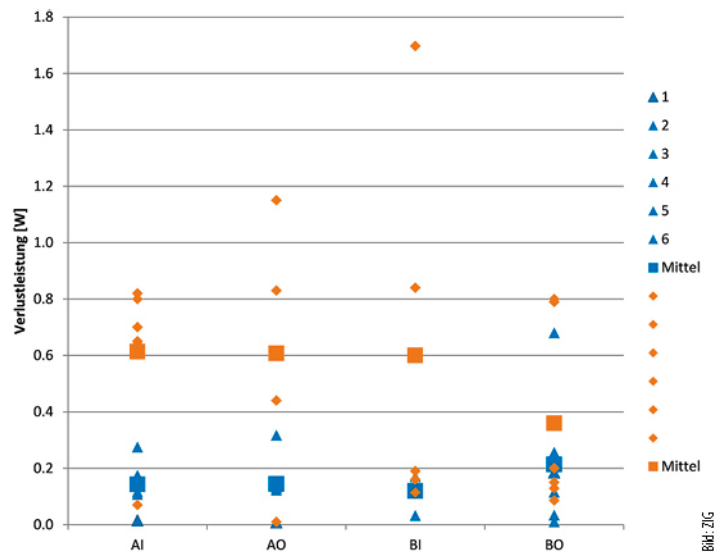
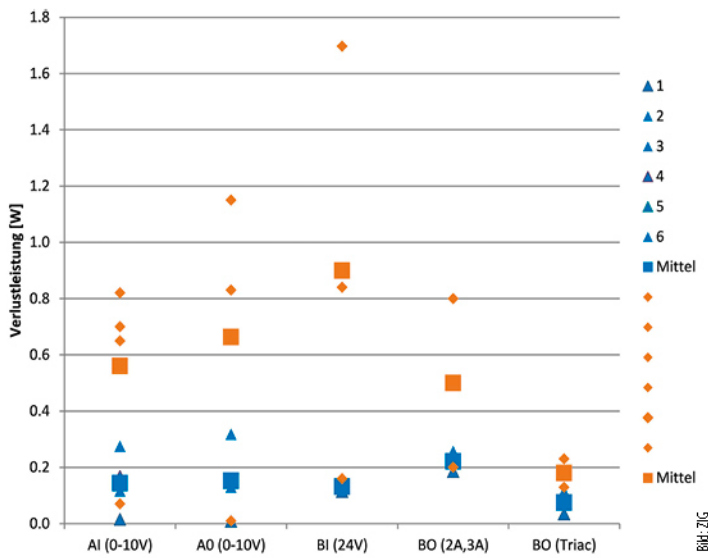
- Handbetrieb Ein/ Aus
- anwesenheitsabhängig, automatisch
- anwesenheitsabhängig, halbautomatisch
- Dimmer, Handbetrieb
- tageslichtabhängige Steuerung
- Konstantlichtregelung

Alle Varianten wurden im fiktiven Bürogebäude (Objekt 7) jeweils für die drei Systemtypen „konventionell“, „KNX“ und „Automationsstation“ berechnet. Dabei zeigten bei den kommunikativen Systemen (Systemtypen „KNX“ und „Automationsstation“) alle Dali-Bus-Varianten einen höheren Eigenenergieverbrauch als die übrigen Varianten. Der Grund liegt in den Vorschaltgeräten, die für bis zu 82 % des Eigenenergieverbrauchs verantwortlich sind. Dies, obwohl für die Berechnungen eine Stand-by-Leistungsaufnahme von nur 0,2 W angenommen wurde; reale Geräte zeigen vielfach eine noch höhere Stand-by-Leistungsaufnahme. Für eine generelle Aussage zum Eigenenergieverbrauch von Dali-Systemen seien jedoch weitergehende Untersuchungen nötig, so die Wissenschaftler.

Präsenz- bzw. Helligkeitssensoren fallen bei KNX- und AS-Varianten mit einem Eigenenergieverbrauch von 0,05...0,06 kWh/(m²·a) kaum ins Gewicht. Der in der Untersuchung berücksichtigte konventionelle Sensor mit schaltender Einheit weist hier einen wesentlich höheren Eigenenergieverbrauch auf.

Für die betrachteten Varianten ergibt sich eine Spanne von 0 (Variante 1) bis 7,3 kWh/a pro Leuchte (Variante 5). Dieser vergleichsweise hohe Eigenenergieverbrauch der Sensorik durch die Stand-by-Leistungsaufnahme macht sich besonders bei modernen LED-Leuchtmitteln bemerkbar. Dort liegt der jährliche Verlustanteil im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch bei bis zu 30 %.

Wichtig für einen geringen Eigenenergieverbrauch ist, dass LED-Beleuchtungen ausgeschaltet spannungsfrei sind. Da Bus-Lösungen nicht mehr wegzudenken sind, empfehlen die Wissenschaftler Lösungen zu entwickeln, die mit sehr geringen Stand-by-Leistungen auskommen, beispielsweise durch eine geräteinterne Spannungsfreischaltung von Teilbereichen der Geräteelektronik. Ein Zurück zu nicht-kommunikativen Lösungen wäre dagegen anachronistisch.



④ Verlustleistung pro I/O-Punkt. Links: alle I/O-Untertypen berücksichtigt in den I/O-Typen. Rechts: Auswahl bestimmter I/O-Untertypen; in Gelb bei minimaler Belegung der Module, in Blau bei maximaler Belegung der Module; kleine Icons repräsentieren einen Einzelwert; die großen Quadrate den Mittelwert.

wegungs- und Haltezustand). Auffallend niedrige (schlechte) Wirkungsgrade (0,03 bis 0,06 %) weisen elektrothermische Antriebe auf. Die Wirkungsgrade der elektromotorischen Antriebe liegen zwischen 0,3 und 9,7 %. Ausdrücklich weisen die Wissenschaftler bei dieser Produktgruppe auf „Optimierungsmöglichkeiten“

hin, insbesondere bei der Leistungsaufnahme im Haltezustand.

Hochgerechnet auf die Betriebszeit von einem Jahr variiert der Stromverbrauch von Kleinantrieben – je nach Art der Ansteuerung und Produkt – zwischen nahezu 0 und über 11 kWh/a je Antrieb.

Berechneter Eigenenergieverbrauch

Für eine systemweite Betrachtung des Eigenenergieverbrauchs berechneten die Wissenschaftler den Eigenenergieverbrauch von Raumautomationssystemen an fünf neueren, hochautomatisierten Bürogebäuden (mit aktiver Kühlung), einen Schulhastrakt (ohne

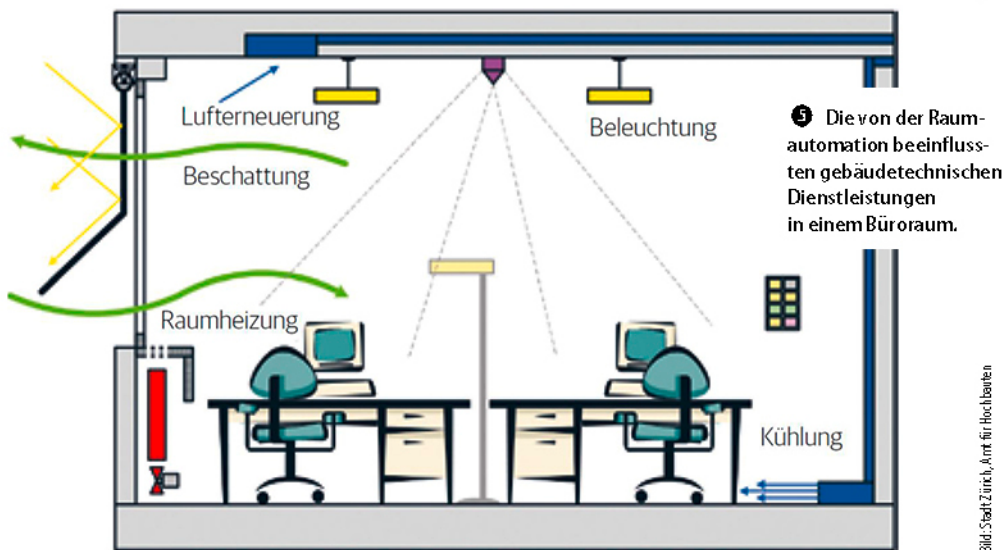


Bild: Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Kühlung) sowie an einem fiktiven Bürogebäude mit aktiver Kühlung. Bei Letzterem wurden verschiedene GA-Varianten konzipiert und dazu die entsprechenden Speisungstopologien erarbeitet [5].

Für das Objekt 1 wurden fünf verschiedene GA-Lösungen der GA-Effizienzklassen C bis A berechnet. Für die Raumautomation (ohne primärseitige GA) lagen die Werte für den Eigenenergieverbrauch zwischen 2,58 und 3,34 kWh/(m²·a). Aufschlussreich ist, dass der niedrigste Wert für eine GA-Lösung der Effizienzklasse C und der höchste Wert für eine GA-Lösung der Effizienzklasse A berechnet wurden. Die Autoren weisen allerdings darauf hin, dass sich kein pauschaler Zusammenhang zwischen den GA-Effizienzklassen und dem Energieverbrauch der GA herstellen lässt.

Einen signifikanten Einfluss haben dagegen die Wahl des Systems, die Art der Topologie und die Auswahl der Komponenten, wie die Analyse der sechs realen Gebäude und vier Variantenstudien ergaben. So lag die Bandbreite des Eigenverbrauchs der Raumautomation bei 1,7 bis 4,9 kWh/(m²·a); das entspricht fast dem Faktor 3. Für die primärseitige Automation kamen je nach Objektgröße noch schätzungsweise 0,1 bis 2,9 kWh/(m²·a) hinzu, womit sich für die gesamte GA ein Eigenverbrauch von 3 bis 6 kWh/(m²·a) ergab.

Fazit

Durch den Einbau von Komponenten mit hohem Stand-by-Stromverbrauch und geringem Wirkungsgrad wird der Eigenenergieverbrauch von GA-Systemen unnötig hoch. Dies kann den energetischen Nutzen der Regelungs- und Steuerungsfunktionen beträchtlich reduzieren. (T)GA-Planer müssen deshalb zukünftig den Aspekt Eigenenergie-

verbrauch verstärkt beachten, um den energetischen Nutzen der GA-Funktionalität voll zur Entfaltung zu bringen.

Gerade bei Niedrigenergiebauten kann der prozentuale Anteil des Eigenenergieverbrauchs der GA am Energieverbrauch der gesamten Gebäudetechnik ansonsten hohe Werte annehmen. Gleiches gilt für eine gewerkeweise Betrachtung: Beispielsweise zeigen Bus-geführte LED-Beleuchtungen typischerweise einen hohen GA-Eigenverbrauch im Vergleich zum jährlichen Stromverbrauch des gesamten Beleuchtungssystems. Der Grund dafür ist insbesondere die Stand-by-Leistungsaufnahme der elektronischen Vorschaltgeräte (EVG).

Die Schlussfolgerung aus den Ergebnissen der schweizerischen Wissenschaftler lautet: Der Eigenstromverbrauch von Gebäudeautomatonsystemen ist nicht vernachlässigbar, wenn man glaubhaft Energieeinsparungstechnik verkaufen will.

Hinweis: Ergänzend zum ausführlichen Ergebnisbericht [1] erfolgte eine Zusammenfassung der Ergebnisse durch das Autorenteam Philipp Kräuchi, Dominic Jurt und Christoph Dahinden in der schweizerischen Fachzeitschrift „Haustech“, Heft 5-2016. Der Autor dieses Artikels dankt den Autoren der Studie für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Literatur / Quellen

- [1] „Eigenenergieverbrauch der Gebäudeautomation“ (EEV-GA). Schlussbericht vom 27. Januar 2016. Auftraggeber und Finanzierung: Bundesamt für Energie BFE, Programm Energie-Schweiz, Bern; Stadt Zürich, Amt für Hochbauten; Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich; 100 Seiten, 86 Tabellen, 43 Abbildungen. Download: www.bfe.admin.ch/dokumentation/publikationen Stichwort „Gebäudeautomation“
 ☞ [Direktlink zum PDF-Dokument für TGAepaper-Leser](#)

WEGE ZU NIEDRIGEREM EEV-GA

Die wichtigsten Punkte für (T)GA-Planer für einen niedrigen Eigenenergieverbrauch in der Gebäudeautomation (EEV-GA):

1. GA-Funktionen der Effizienzklasse A wählen. Bei richtiger Auswahl führt eine höhere Klasse nicht zwingend zu mehr Eigenenergieverbrauch.
2. Bestgeräte verwenden. Je nach Produkt differenziert der Eigenenergieverbrauch teilweise sehr stark, z. B. bei den motorischen Ventilen.
3. Systemdurchgängige GA-Lösungen. Eine Gesamtlösung (reduzierte Anzahl an Geräten, 1 Server für das Management-System) anstatt mehreren gewerkespezifischen Systemen (Vielzahl an Geräten, je ein Server pro Teil-Managementsystem). Weiterhin lassen sich Sensoren in Gesamtlösungen gewerkeübergreifend nutzen.
4. Komponenten spannungsfrei schalten. Dies gilt vor allem für Heizventile, Heizungsregler (Raum), Kühlventile und Beleuchtungen mit EVG in der Variante 0...10-V-Ansteuerung.
5. Strommesser und Wärmecähler einplanen. Energiemonitoring ist heute Voraussetzung für die Betriebsoptimierung und führt zu mehr Transparenz.
6. Alternativen zu klassischem Server für das Gebäudemanagementsystem prüfen. Es muss nicht immer ein Server sein, oft sind Mini-PCs oder Hutschienen-PCs geeignetere Optionen.
7. Energieautarke Komponenten in Betracht ziehen: Batterielose Funktechnologie auf der Basis von „energy harvesting“ ist bei Sensorik und Aktorik weiter auf dem Vormarsch.
8. Speisungen: Es lohnt sich, genauer hinzuschauen. Die Empfehlung lautet, kleiner zu dimensionieren und Produkte mit geringen Leerlaufverlusten und hohem Wirkungsgrad nahe der Nennleistung zu wählen; wichtig: Teillastwirkungsgrad beachten.
9. Relais: Hilfsrelais möglichst vermeiden, ggf. bistabile Relais verwenden (bei langandauerndem Ein-Zustand).
10. I/O-Module: Signaltyp 0(4)...20 mA vermeiden; zur Spannungsfreischaltung von EVG in der Variante 0...10-V-Ansteuerung Kombimodule in Betracht ziehen, die sowohl Steuerausgänge als auch potenzialfreie Ausgänge anbieten; Modulgröße den Anforderungen entsprechend auswählen.
11. Antriebe: 3-Punkt-Antriebe in Betracht ziehen, elektromotorische anstatt elektrothermische Ventiltriebe einsetzen.
12. Bussysteme: Standardprotokolle für die Datenkommunikation verwenden. Bus-lose Beleuchtungslösungen in Betracht ziehen, da deren Eigenenergieverbrauch außerhalb der Betriebszeit durch spannungsfreie EVG signifikant geringer gehalten werden kann. Achtung: Es gibt auch Bus-lose Beleuchtungslösungen mit EVG, die permanent unter Spannung sind.