

www.de-online.info

de

Der Elektro- und Gebäudetechniker

Hüthig & Pflaum Verlag GmbH & Co.
Fachliteratur KG
Lazarettstraße 4, 80636 München

Sonderdruck aus 17/2009



GEBÄUDETECHNIK:

Stand-by-Verbrauch von Buskomponenten

ORGAN DES
ZVEH



AUF EINEN BLICK

In der Praxis herrscht häufig die Meinung vor, dass der Stand-by-Verbrauch von Buskomponenten den Einspareffekt einer Gebäudeautomation stark verringert oder sogar zu erhöhtem Verbrauch führt. Doch das ist falsch: Wie eine wissenschaftliche Untersuchung zeigt, liegt der Stand-by-Verbrauch der Buskomponenten lediglich bei ca. 0,2% (Endenergie) bzw. 0,4% (Primärenergie) des Gesamtenergieverbrauchs eines Gebäudes.

Stand-by-Verbrauch von Buskomponenten

Beim Einsatz von Bus- und Kommunikationssystemen wird immer wieder in der Praxis die Meinung vertreten, dass der Stand-by-Verbrauch so hoch sei, dass die durch den Einsatz von Bussystemen erzielten Energieeinsparungen sich stark relativieren oder sogar aufheben. Allerdings gibt es kaum methodisch fundierte Arbeiten zur Bestätigung oder Widerlegung dieser Aussagen. Daher stellt dieser Beitrag Ergebnisse vor, die durch Labor-Messungen mit aktuellen KNX/EIB-Komponenten ermittelt worden sind und auf konkrete Anwendungsfälle hochgerechnet wurden.

Durch die ständig steigenden Energiepreise suchen Anwender zunehmend nach Lösungen für den energieeffizienten Betrieb von Gebäuden. Verschiedene Untersuchungen haben die Einsparpotenziale durch Funktionen der Raum- und Gebäudeautomation bereits nachgewiesen [1].

Raumautomations-Funktionen wie z.B. Lichtsteuerung, Konstantlichtregelung, Temperaturregelung, Luftqualitätsregelung usw., die erstmals mit der demnächst erscheinenden Richtlinie VDI 3813-Blatt 2 [2] eindeutig definiert vorliegen werden, lassen sich grundsätzlich mit verschiedenen Technologien umsetzen. Neben der konventionellen Verdrahtung, die bei komplexeren und gekoppelten Funktionen schnell an ihre Grenzen stößt, kann die Umsetzung auch durch speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) bzw. DDC (Direct Digital Control) und/oder durch ein Bus- oder Kommunikationssystem (z.B. KNX/EIB, LON, BACnet) erfolgen.

Jede eingesetzte Buskomponente, egal ob Sensor, Aktor, Regelgerät oder Systemkomponente, hat allerdings eine bestimmte Verlustleistung im laufenden Betrieb (Dauerbetrieb), selbst wenn aktuell keine Mess- und Stellgrößen über die Sensoren und Aktoren erfolgen. Vielfach wird dies auch als Stand-by-Verbrauch bezeichnet, im Sinne des Bereitschaftsverbrauchs eines Gerätes.

Methodische Vorgehensweise zur Berücksichtigung des Stand-by-Verbrauchs

Um einen praxisnahen Bezug herzustellen, wurden verschiedene Raumautomations-Funktionen nach der Ter-

minologie der Richtlinie VDI 3813 [2] für ein fiktives Beispielgebäude abgebildet und hierfür eine entsprechende Anzahl an Aktoren, Sensoren und Systemkomponenten definiert.

Die **Tabelle 1** zeigt die gemäß VDI 3813 untersuchten Funktionen der Raumautomation mit den zur Realisierung notwendigen Sensoren, Aktoren, Regelgeräten und Systemkomponenten. Für die rechnerische Vergleichbarkeit wurde zu jeder Funktion ein entsprechender Referenzfall definiert. So gehört z.B. zu der Funktion »Automa-

tiklicht« der Referenzfall »manuelle Lichtbedienung«.

Zusätzlich zu den einzelnen Funktionen vergleicht die Studie den Fall einer maximalen funktionalen Ausstattung mit dem einer minimalen Ausstattung. Bei der minimalen Ausstattung sind Funktionen wie z.B. der Einbau von Thermostatventilen berücksichtigt.

Als Softwaretool für die Berechnung des Energiebedarfs mit und ohne Berücksichtigung der Stand-by-Verluste kam die Software IBP 18599 der Firma 5S AG (mittlerweile durch die Heilmann Software GmbH vertrieben) zum Ein-

FUNKTIONEN		
Fkt. Nr.	Funktion	Anmerkung
1	Automatiklicht	Präsenzgesteuert, geschaltet, nicht nach Helligkeit
2	Helligkeitsabhängiges Automatiklicht	
3a	Konstantlichtregelung	Automatisch einschaltend
3b		Manuell einschaltend, autom. ausschaltend
4	Dämmerungsautomatik/ Zeitschaltprogramm	
5	Sonnenautomatik Auf/Ab	
6	Lamellennachführung	
7	Sequenzregelung PI-Regler	
8	Zeitabhängigkeit Heizen/Kühlen	Präsenzabhängige Umschaltung der Betriebsarten
9	Kombinierte Funktion (Funktionsmakro)	Zusammengesetzte Funktion aus den Funktionen »Konstantlichtregelung« und »Lamellennachführung«

Tabelle 1: Untersuchte Funktionen

UNTERTEILUNG

Bezeichnung	Nutzungsprofil DIN V 18599	Grundfläche A_B [m ²]	Konditionierung Statisch	Konditionierung RLT	Weitere Ausstattungen
Zone Sitzung	Sitzung (4)	84,4	Beheizt und gekühlt	Heiz- und Kühlfunktion	Beleuchtung, Trinkwarmwasser
Zone Büro	Großraumbüro (3)	224,0	Beheizt	Heizfunktion	Beleuchtung, Trinkwarmwasser
Zone Flur	Verkehrsfläche (19)	110,8	Beheizt	Heizfunktion	Beleuchtung
Zone Keller	Lager, Technik (20)	432,2	Keine	Keine	Beleuchtung

Tabelle 2: Flächen und Zonen des Beispielgebäudes

satz, die den Rechnerkern der aktuellen Vornorm DIN V 18599 [3] umsetzt.

Bei dem in der Software abgebildeten Beispielgebäude handelt es sich um ein Bürogebäude mit vier Zonen und einer Gesamtgrundfläche von $A_B = 851,4\text{m}^2$, wobei sich die Flächen der einzelnen Zonen gemäß Tabelle 2 zusammensetzen.

Die Bewertung der gemessenen Stand-by-Verluste auf die Energiebedarfswerte nach DIN V 18599 beschreibt der Abschnitt »Auswertung des Stand-by-Verbrauchs bezogen auf die Energiebedarfberechnung« dieses Beitrags.

Neben der Berücksichtigung der gemessenen Stand-by-Verluste, bezogen auf den Energiebedarf eines fiktiven Beispielgebäudes, wurde der Einfluss der gemessenen Stand-by-Verluste auch auf typische Verbrauchskennwerte nach der VDI 3807 [4] bewertet. Darauf geht der Abschnitt »Auswertung des Stand-by-Verbrauchs bezogen auf Energieverbrauchskennwerte« näher ein.

Messung und Auswertung des Stand-by-Verbrauchs

Messung des Stand-by-Verbrauchs

Als methodische Grundlage für die Messungen des Stand-by-Verbrauchs der Buskomponenten diente die DIN EN 62301 [5], die Genauigkeitsklassen, Messzeiträume und die Vorgehensweise zur Messwerterfassung definiert. Hieraus ergeben sich zwei wesentliche Bedingungen für die Messung:

- Verwendung eines Präzisionsleistungsmessgerätes mit einer minimalen Auflösung von 0,01W für Leistungsmessungen unter 10W (dies entspricht einer Genauigkeit von 0,1 % oder besser)
- Überprüfung der Stabilität der gemessenen Leistung. Hierbei darf der Wert innerhalb von 5min nicht mehr als 5 % des Leistungsmesswertes abweichen

Beide Anforderungen konnten bei den Messungen erfüllt werden. Dazu kam das Präzisionsleistungsmessgerät LMG 95 von ZES Zimmer mit einer Grundgenauigkeit von 0,03 % zum

Einsatz. Während den Messungen wurde kontinuierlich der gemessene Leistungswert überwacht und festgestellt, dass dieser zu keiner Zeit mehr als 5 % schwankte.

STAND-BY

	Komponente	»Stand-by« Leistung [W]
	Aktoren	
	Schalt-/Dimmaktor SD/S 2.16.1	0,2628
	Lichtregler/Schalt-Dimmaktor LR/S 2.2.1	0,2013
	Jalousieaktor JA/S 4.230.1M	0,2399
	Elektronischer Stellantrieb ST/K 1.1	0,1835
	Sensoren	
	Raumtemperaturregler 6134-22G-102	0,1064
	Raumtemperaturregler Triton 6326-22G-101	0,2450
	Busch-Wächter Präsenz EIB 6131-74-102	0,1634
	Tastsensor Busch Triton mit Display 6323-22G	0,2214
	Tastsensor Busch Triton ohne Display	0,1522
	Lichtfühler LF/U 1.1	0,0556

Tabelle 3: Stand-by-Leistungen der gemessenen Aktoren und Sensoren








STAND-BY		
	Komponente	»Stand-by«-Leistung [W]
Systemkomponenten		
	Wetterzentrale WZ/S 1.1	3,8308
	Wettersensor WES/A 1.1	(wird der Wetterzentrale zugeschlagen)
	Jalousiesteuerbaustein JSB/S 1.1	0,2151
	Linien-/Bereichskoppler LK/S 4.1	0,2291
	USB-Schnittstelle USB/S 1.1	0,1785
	IP-Gateway IG/S 1.1	2,1760
	Spannungsversorgung mit Drossel SV/S 30.640.5 (Leerlaufbetrieb)	1,3597

Tabelle 3 (Fortsetzung von S. 51): Stand-by-Leistungen der gemessenen Aktoren und Sensoren

Für die Messungen wurden KNX-Komponenten aus dem aktuellen Produktkatalog der Firmen ABB Stotz-Kontakt GmbH und Busch-Jaeger Elektro GmbH verwendet.

Tabelle 3 zeigt den gemessenen Stand-by-Verbrauch der einzelnen Aktoren, Sensoren und Systemkomponenten, die zur Realisierung der jeweiligen Funktionen für das definierte Beispielgebäude benötigt werden. Die Messungen berücksichtigen sowohl die Leistungsaufnahme über die Busleitung als auch – falls benötigt – über den 230-V-Anschluss.

Bei der Leistung der Spannungsversorgung handelt es sich um den Leerlaufbetrieb. Aufgrund des dynamischen Verhaltens der Drossel dürfte sich der Stand-by-Verbrauch der Spannungsversorgung bei Belastung erhöhen. Messungen am realen KNX-Netz der Hochschule Biberach zeigten, dass sich die »Stand-by-Leistung« der eingebauten Spannungsversorgung (ABB; SV/S 30.640) bei 38 Teilnehmern auf ca. 2,42W erhöht.

Bis auf den Jalousiesteuerbaustein und die Wetterzentrale, die direkt der jeweiligen Jalousiefunktion zugeordnet sind, werden sämtliche Systemkomponenten ausschließlich in dem maximalen Ausstattungsfall betrachtet. Der Grund: Während die benötigten Sensoren und Aktoren eindeutig durch die jeweilige Funktion definiert sind, lassen sich die Systemkomponenten keiner definierten Funktion zuweisen.

Die Tabelle 3 zeigt, dass die Stand-by-Verbrauchswerte vergleichsweise gering sind. Die überwiegende Anzahl der Sensoren und Aktoren liegt unterhalb 0,5W. Zwar erreichen die Systemkomponenten höhere Werte, doch sie kommen pro Projekt auch nur in geringen Stückzahlen vor und haben somit keinen großen Einfluss auf die Gesamtbilanz.

Auswertung des Stand-by-Verbrauchs bezogen auf die Energiebedarfsberechnung für das Beispielgebäude

Für das Beispiel-Bürogebäude wurde anhand der vorgegebenen Raumautomationsfunktionen der Umfang der erforderlichen Sensoren, Aktoren und Systemgeräte gemäß **Tabelle 4** ermittelt.

Zunächst wurde die Einsparung durch die jeweilige Raumautomationsfunktion bzw. Ausstattung ohne die Berücksichtigung des Stand-by-Verbrauchs anhand des definierten Beispielgebäudes berechnet – durch Abbildung der Funktion(en) mit der Software IBP18599 und Vergleich mit dem entsprechenden Referenzfall. Anschließend wurde der zusätzliche Energieverbrauch durch den Stand-by-Verbrauch auf Basis der gemessenen Werte über einen Zeitraum von 8760 Stunden (= 1Jahr) eingerechnet und das dadurch verringerte Einsparpotenzial ausgewertet. **Bild 1** zeigt:

- Die Einsparpotenziale durch die entsprechenden Funktionen, jeweils für die Betrachtung des gesamten Gebäudes sowie für die Betrachtung von Räumen mit ausschließlicher Büronutzung.
- Die resultierenden Einsparpotenziale inklusive Berücksichtigung des jeweiligen Stand-by-Verbrauchs.

Dabei lässt sich erkennen, dass der Einfluss des Stand-by-Verbrauchs auf den Gesamtverbrauch als sehr gering bis vernachlässigbar angesehen werden kann.

Da nach DIN V 18599 eine Unterscheidung bezüglich Heizung, Beleuchtung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Kühlenergie für jede Energieart (z.B. Endenergie) erfolgt, wird der Stand-by-Verbrauch dem Gewerk zugeschlagen, das die eingesetzte Funktion am stärksten beeinflusst. Für die Berechnungen

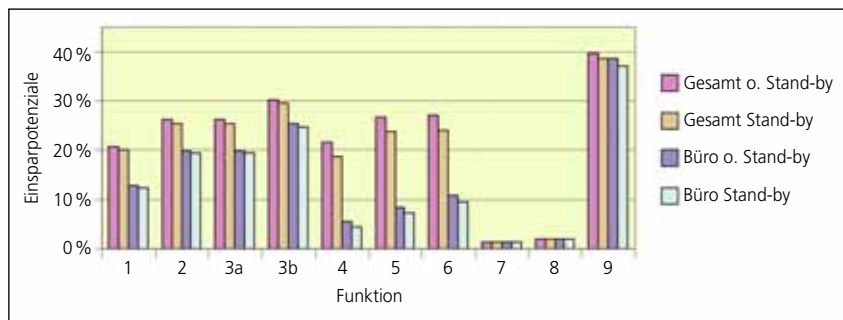


Bild 1: Einsparpotenziale durch Raumautomationsfunktionen nach DIN V 18599 mit und ohne Berücksichtigung des Stand-by-Verbrauchs für die Bus-Komponenten (Bedeutung der Funktions-Nummer entsprechend Tabelle 1)

wurde jeweils die Endenergie als Bezugsgröße verwendet.

Das Beispiel der Funktion 1 »Automatiklicht« soll nachfolgend den Einfluss quantitativ aufzeigen. Da sich die Funktion hauptsächlich auf die Beleuchtung bezieht, wird hierbei der Stand-by-Verbrauch dem Gewerk Elektro zugerechnet.

- Einsparpotenzial Beleuchtung »Gesamt« ohne Berücksichtigung Stand-by: 20,80 % (A)
- Einsparpotenzial Beleuchtung »Gesamt« mit Berücksichtigung Stand-by: 20,14 % (B)
- Einsparpotenzial Beleuchtung »Büro« ohne Berücksichtigung Stand-by: 12,80 % (C)
- Einsparpotenzial Beleuchtung »Büro« mit Berücksichtigung Stand-by: 12,30 % (D)

Eine weitere Darstellungsmöglichkeit ist die Verminderung von Prozentpunkten der Einsparpotenziale (siehe Bild 2), also die Differenz zwischen dem Einsparpotenzial vor und nach der Berücksichtigung der »Stand-by-Verluste«.

Am Beispiel der Funktion 1 ergibt sich dadurch folgende Berechnung:

- Verminderung der Prozentpunkte »Gesamt«: $A - B = 20,8\% - 20,14\% = 0,66\%$
- Verminderung der Prozentpunkte »Büro«: $C - D = 12,8\% - 12,3\% = 0,5\%$

Wie bereits Bild 1 zeigt, handelt es sich um relativ geringe Verminderungen. Der Einfluss auf die Funktionen 1 ... 3 und 7 ... 8 liegt bei unter 1%. Eine größere Verminderung weisen die Jalousiefunktionen (4 ... 6) auf. Das liegt daran, dass hier die Systemgeräte der Wetterzentrale mit berücksichtigt sind. Bei größeren Gebäuden verringert sich dieser Einfluss aber deutlich, da z.B. nur eine Wetterstation pro Gebäude benötigt wird.

Bei dem Funktionsmakro (Funktion 9) ergibt sich eine absolute Verminderung von 1 ... 1,5%. Der Grund für diesen relativ hohen Wert liegt darin, dass bei dem Funktionsmakro

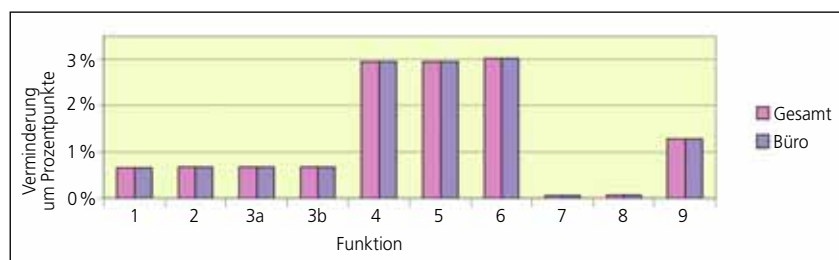


Bild 2: Verminderung der Energieeinsparpotenziale um Prozentpunkte bedingt durch den Stand-by-Verbrauch der Buskomponenten

KOMPONENTEN

Komponente	Anzahl
Aktoren	
Lichtregler/ Schalt-Dimmaktor	6
Jalousieaktor	4
Elektronischer Stellantrieb	8
Sensoren	
Raumtemperaturregler	11
Wächter Präsenz EIB	7
Lichtfühler	8
Systemkomponenten	
Wetterzentrale	1
Wettersensor	1
Jalousiesteuerbaustein	1
Linien-/Bereichskoppler	1
USB-Schnittstelle	1
IP-Gateway	1
Spannungsversorgung mit Drossel	1

Tabelle 4: Anzahl der für das Bürogebäude erforderlichen Aktoren, Sensoren und Systemkomponenten

zwei Einzelfunktionen miteinander kombiniert sind und somit eine größere Anzahl von Feldgeräten benötigt wird.

Auswirkungen in der Praxis

Um die Einsparpotenziale und den Einfluss durch die Berücksichtigung des Stand-by-Verbrauchs für eine realistische Situation abbilden zu können, wird nachfolgend zum einen ein Fall mit einer minimalen und zum anderen ein Fall mit einer maximalen Ausstattung von Funktionen der Raum- und Gebäudeautomation angenommen (Tabelle 5).

Neben dem Stand-by-Verbrauch der erforderlichen Aktoren und Sensoren, die sich aus den realisierten Funktionen ergeben, berücksichtigt diese Untersuchung auch die Stand-by-Leistungen der Systemgeräte, z.B. der Spannungsversorgung, der benötigten Linienkoppler und Schnittstellen (Tabelle 3).

Für die Auswertung wird zunächst die Einsparung durch die Verbesserung der Ausstattung (maximale Ausstattung) mit der Software IBP18599 berechnet. Dabei fällt auf, dass sich über alle Gewerke hinweg nur relativ geringe Einsparungen ergeben – trotz der optimalen Ausnutzung von Funktionen der Raum- und Gebäudeautomation. Das liegt daran, dass die tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung die inneren Lasten reduziert und dadurch eine höhere Heizlast entsteht. Außerdem kann die aktuelle Version der DIN V 18599 Funktionen wie z.B. die Präsenzabhängigkeit der Heizung oder den Einfluss von Fensterkontakten nicht abbilden.

Bild 3 zeigt den Primärenergiebedarf für den jeweils minimalen und maximalen Ausstattungsfall gemäß Tabelle 5 des definierten Beispielgebäudes. Zusätzlich zeigt die rechte Säule den maximalen Ausstattungsfall mit Berücksichtigung des resultierenden Stand-by-Verbrauchs.

Die Ergebnisse der Messung und Analyse der jeweils benötigten Buskomponenten zeigen, dass der Stand-by-Verbrauch der Buskomponenten einen sehr geringen bis vernachlässigbaren Anteil am Gesamtenergiebedarf hat (siehe Bild 3). Im Durchschnitt betrug die permanente Stand-by-Leistung für die untersuchten Sensoren und Aktoren rund 400mW. Bei Systemkomponenten, z.B. einer Spannungsversorgung, liegen die Leistungen bei bis zu ca. 3 ... 4W, allerdings benötigt man von diesen Komponenten nur einige wenige pro Projekt.

In Bezug auf den Gesamtenergiebedarf ergibt sich, dass der Stand-by-Verbrauch der benötigten Geräte lediglich einen Anteil von 0,17 % (Endenergie) und von 0,42 % (Primärenergie) bei der Betrachtung des gesamten Gebäudes ausmacht.

Somit lässt sich anhand dieser Untersuchungen feststellen: Der Stand-by-Verbrauch der Buskomponenten ist vernachlässigbar – bezogen auf die erzielten Energieeinsparungen durch den Einsatz von Raum- und Gebäudeautomation.

Auswertung des Stand-by-Verbrauchs bezogen auf Energieverbrauchskennwerte

Neben den rechnerisch ermittelten Vergleichen auf Basis von Energiebedarfswerten nach DIN V 18599 kann man auch den Einfluss des Stand-by-Ver-

brauchs auf Energieverbrauchskennwerte eines bestimmten Gebäudes oder eines bestimmten Gebäudetyps beziehen. Hierzu wurden die gemessenen Stand-by-Werte für die Buskomponenten auf die Energieverbrauchskennwerte für Gebäudetypen nach VDI

3807 [4] oder nach der Ages-Studie [6] bezogen.

Die Ages-Studie erfasst und analysiert in regelmäßigen Abständen Energie- und Wasserverbrauchskennwerte nach der Methode der VDI-Richtlinie 3807 Blatt 1 [4] für eine Vielzahl verschiedener Gebäudetypen. Hieraus ergeben sich repräsentative Werte, die als Grundlage für Studien dienen können.

Bild 4 zeigt den Vergleich zwischen dem »Stand-by-Verbrauch«, der sich durch die beschriebene maximale Ausstattung des Beispielgebäudes ergibt, und den Stromverbrauchskennwerten für Verwaltungsgebäude der Ages-Studie.

In dem vorliegenden Fall ergibt sich auf Basis der Ages-Studie, dass die ermittelten »Stand-by-Verbräuche« bezogen auf die Bezugsgröße in m^2 BGF (Bruttogeschoßfläche) lediglich $0,13 kWh/(m^2a)$ betragen. Dies bedeutet somit lediglich $0,71\%$ auf den gleitenden Modus bzw. $0,48\%$ auf das arithmetische Mittel des Stromverbrauchskennwerts nach der Ages-Studie.

AUSSTATTUNGSVARIANTEN

Minimale Ausstattung

- manuelle Präsenzerfassung
- manuelle Beleuchtungskontrolle
- variable Sonnenschutzvorrichtung mit manueller oder zeitgesteuerter Aktivierung, nur Blendschutz
- Raumtemperaturregelung mit P-Regler (2 K)

Maximale Ausstattung

- automatische Präsenzerfassung
- tageslichtabhängig gedimmte Beleuchtungskontrolle
- variable Sonnenschutzvorrichtung mit automatischer Aktivierung
- lichtlenkendes System
- Raumtemperaturregelung mit PI-Regler mit Optimierungsfunktion

Tabelle 5: Übersicht zu Funktionen bei minimaler und maximaler Ausstattung

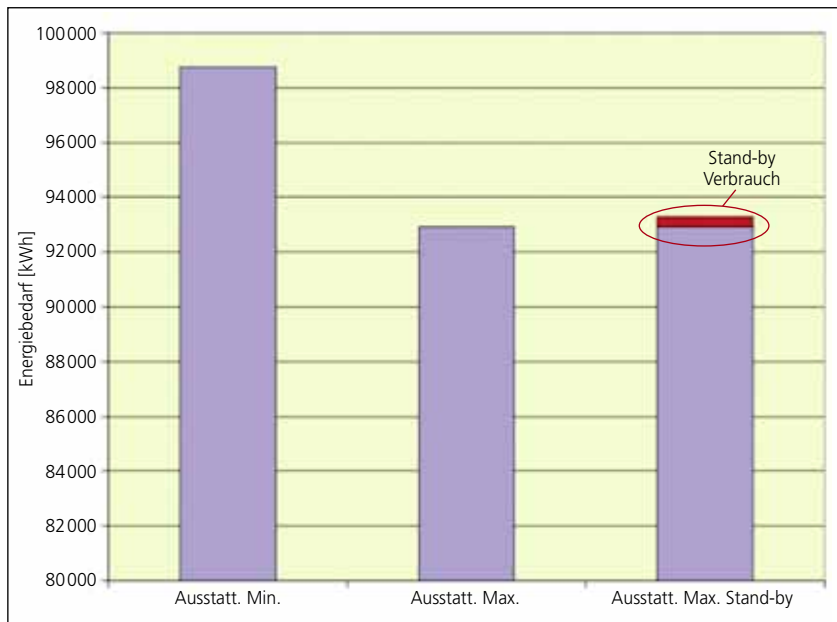


Bild 3: Zusammenfassung der Auswirkung des Stand-by-Verbrauchs auf den Primärenergiebedarf

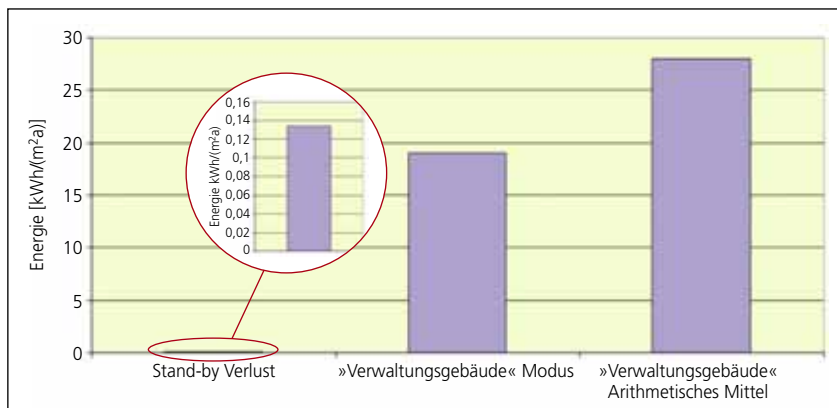


Bild 4: Vergleich des Stand-by-Verbrauchs bei maximaler Ausstattung bezogen auf Stromverbrauchskennwert für Gebäudetyp »Verwaltungsgebäude« nach Ages-Studie

Zusammenfassung und Fazit

Wie die vorgestellten Untersuchungen zeigen, kann man bei den hier gemessenen Buskomponenten davon ausgehen, dass der Stand-by-Verbrauch der eingesetzten Buskomponenten eine untergeordnete Rolle für den Energieverbrauch spielt.

Insbesondere vermindert der Stand-by-Verbrauch der Buskomponenten nur unwesentlich die Energieeinsparungen, die durch den gezielten Einsatz moderner Raum- und Gebäudeautomation mit busbasierten Komponenten erzielt werden können. Zeitgemäße Raum- und Gebäudeautomationslösungen leisten einen wichtigen Beitrag für einen energieeffizienten Gebäudebetrieb und ein optimiertes Energie- und Gebäudemanagement, was auch andere Studien belegen [1].

Beim Übertragen dieser Ergebnisse auf konkrete Projekte sollte man darauf achten, dass sich bei den hier vorgestellten Untersuchungen der Umfang und der Einfluss der Komponenten auf das beschriebene Beispielgebäude beziehen. Hierbei wurden z.B. Werte für Flächen und Bauteile (U-Werte) angenommen, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen.

Bei größeren Gebäuden kann man davon ausgehen, dass der Einfluss des

Stand-by-Verbrauchs für die Buskomponenten abnimmt, da die Systemkomponenten (Spannungsversorgung, Netzkoppler) üblicherweise nur in einer geringen Anzahl benötigt werden und somit der Anteil des Stand-by-Verbrauchs gegenüber dem Gesamtverbrauch eher geringer ausfällt.

Bei Gebäuden mit hoch wärmege-
dämmten Bauteilen (z. B. Passivhäuser) muss davon ausgegangen werden, dass der Einfluss des Stand-by-Verbrauchs tendenziell steigt, da der Gesamtenergiebedarf des Gebäudes wesentlich geringer ausfällt und damit der Stand-by-Verbrauch relativ an Bedeutung gewinnt.

Literaturverzeichnis

- [1] Becker, M.; Knoll, P.: Energieeinsparpotenziale durch Einsatz von Raum- und Gebäudeautomation – Teil 1, HLH 2/2008, S. 56–59, Teil 2, HLH 3/2008, S. 28–32
- [2] VDI 3813: Raumautomation – Blatt 1 Grundlagen (Mai 2007), Blatt 2 – Funktionen (Gründruck erscheint voraussichtlich Herbst 2009)
- [3] DIN V 18599 Teil 1- Teil 10: Energetische Bewertung von Gebäuden, – Berechnung des



MEHR INFOS

Links zum Thema

- Hochschule Biberach: www.hochschule-bc.de
- Software IBP 18599: www.heilmannsoftware.de

»de« Fachthema KNX/EIB

www.de-online.info -> Fachthemen -> Gebäudetechnik -> KNX/EIB

Bücher zum Thema

- Meyer, Willi: KNX/EIB Engineering Tool Software – Das Praxisbuch für ETS 3 Starter und ETS 3 Professional, 4., neu bearb. und erw. Auflage 2009, 370 S., kartoniert, 39,80 €, ISBN 978-3-8101-0280-5, Hüthig & Pflaum Verlag, www.de-online.info/shop
- Kriesel, Werner; Helm, Peter; Sokollik, Frank: KNX/EIB für die Gebäudesystemtechnik in Wohn- und Zweckbau, 5., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage 2009, 242 S., Softcover, 39,90 €, ISBN 978-3-7785-4054-1, Hüthig Verlag, www.huethig-jehle-rehm.de

Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung; Februar 2007; Beuth-Verlag, Berlin

- [4] VDI 3807: Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude – Blatt 1 Grundlagen; 03-2007
- [5] DIN EN 62301: Elektrische Geräte für den Hausgebrauch – Messungen der Standby-Leistungsaufnahme (IEC 62301:2005, modifiziert); Mai 2006; CEN Brüssel

- [6] Verbrauchskennwerte 2005: Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland; Februar 2007; Forschungsbericht der Ages GmbH, Münster

Dipl.-Ing. (FH) Peter Knoll,
Prof. Dr.-Ing. Martin Becker,
Hochschule Biberach, Studienfeld
Energie & Klima, Institut für Gebäude-
und Energiesysteme (IGE),
Fachgebiet Gebäudeautomation



Davon haben Sie bisher nur geträumt:
bis zu 40% Energie sparen.

Ob Tag oder Nacht: Mit Gebäudesystemtechnik wird bei der Gebäudenutzung im Vergleich zu konventioneller Technik Energie gespart. Das zeigt das Ergebnis einer wissenschaftlichen Studie auf Basis der DIN V 18599. Hier wurde speziell die Effizienz von ABB i-bus® KNX Komponenten untersucht. Mit überragendem Ergebnis: Die Einsparungen liegen im zweistelligen Prozentbereich. Die Investitionskosten sind im Vergleich zu baulichen Maßnahmen gering und die Gebäudesystemtechnik hat sich bereits nach kurzer Zeit amortisiert. Hätten Sie sich das je geträumt? Mehr unter www.abb.de/knx