



## Grundlagen und Normen der Gebäudeautomation

Um die Funktionalitäten der Gebäudeautomation messbar zu machen und effizient einsetzen zu können, wurden in den letzten Jahren Standards für die Gebäude- und Raumautomation von internationalen Gremien definiert. Die Energieeffizienz eines Gebäudes beschreibt das Verhältnis zwischen der aufgewendeten Energie und dem aus ihr resultierenden Nutzen. Letzterer ist immer in Relation zur Funktion eines Gebäudes zu sehen und stellt bei der Bewertung der Energieeffizienz einen wichtigen Faktor dar.

### **DIN EN 15232: Energieeffizienz von Gebäuden**

Die europäische Norm EN 15232 beschreibt den Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz und ermöglicht erstmalig eine standardisierte Darstellung. Sie umfasst

eine strukturierte Liste aller Gebäudeautomationsfunktionen, welche Einfluss auf die Energieeffizienz eines Gebäudes nehmen. Außerdem bietet die EN 15232 methodische Unterstützung bei der Definition von Mindestanforderungen an die Gebäudeautomation. Grundsätzlich lässt sich sagen: Je höher

der Automationsgrad, desto höher ist die Energieeinsparung.

Entspricht hoch energieeffizienten GA-Systemen und TGM	<b>A</b>
Entspricht weiterentwickelten GA-Systemen und einigen speziellen TGM-Funktionen	<b>B</b>
Entspricht Standard-GA-Systemen	<b>C</b>
Entspricht GA-Systemen, die nicht energieeffizient sind. Gebäude mit derartigen Systemen sind zu modernisieren. Neue Gebäude dürfen nicht mit derartigen Systemen gebaut werden.	<b>D</b>

Gebäudeautomationssystem (GA), Technisches Gebäudemanagement (TGM)

## Beispielhafte Anwendung der EN 15232

Automatische Steuerung und Regelung des Heizbetriebes	Definition der Klassen											
	Wohngebäude				Nicht- Wohngebäude							
	D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A
<b>Regelung der Übergabe</b>												
Die Regeleinrichtung wird auf der Übergabe- oder Raumebene installiert; im Fall 1 kann eine Einrichtung mehrere Räume regeln												
0 Keine automatische Regelung	X				X							
1 Zentrale automatische Regelung	X	X			X							
2 Automatische Einzelraumregelung mit Hilfe von Thermostatventilen oder durch elektronische Regeleinrichtungen	X	X			X	X						
3 Einzelraumregelung mit Kommunikation zwischen den Regeleinrichtungen und GAs	X	X	X		X	X	X					
4 Integrierte Einzelraumregelung einschließlich bedarfsgeführter Regelung (durch Nutzung, Luftqualität usw.)	X	X	X	X	X	X	X	X				
<b>Regelung der Warmwassertemperatur im Verteilungsnetz (Vor- oder Rücklauf)</b>												
Vergleichbare Funktionen können auf die Regelung von Netzen für die elektrische Direktheizung angewendet werden												
0 Keine automatische Regelung	X				X							
1 Witterungsgeführte Regelung	X	X			X	X						
2 Regelung der Innentemperatur	X	X	X	X	X	X	X	X				
<b>Regelung der Umwälzpumpen</b>												
Die geregelten Pumpen können im Netz auf unterschiedlichen Ebenen installiert werden												
0 Keine Regelung	X				X							
1 Ein-/Aus-Regelung	X	X			X							
2 Regelung der variablen Pumpendrehzahl nach konstantem $\Delta p$	X	X	X	X	X	X	X	X				
3 Regelung der variablen Pumpendrehzahl nach proportionalem $\Delta p$	X	X	X	X	X	X	X	X				
<b>Regelung der Übergabe und/oder der Verteilung bei intermittierendem Betrieb</b>												
Eine Regeleinrichtung kann verschiedene Räume/Zonen regeln, die die gleichen Belegungsmuster aufweisen												
0 Keine automatische Regelung	X				X							
1 Automatische Regelung mit feststehendem Zeitprogramm	X	X			X							
2 Automatische Regelung mit optimiertem Ein-/Ausschalten	X	X	X	X	X	X	X	X				
<b>Regelung der Erzeuger</b>												
0 Konstante Temperatur	X				X							
1 Von der Außentemperatur abhängige variable Temperatur	X	X	X	X	X	X	X	X				
2 Von der Last abhängige variable Temperatur	X	X	X	X	X	X	X	X				
<b>Betriebsabfolge der verschiedenen Erzeuger</b>												
0 Prioritätensetzung ausschließlich auf der Last beruhend	X	X			X	X						
1 Prioritätensetzung auf der Last und der Erzeugerleistung beruhend	X	X	X		X	X	X					
2 Prioritätensetzung auf dem Erzeugernutzungsgrad beruhend (weitere Normen überprüfen)	X	X	X	X	X	X	X	X				

Quelle: DIN EN 15232

Die Tabelle verdeutlicht exemplarisch den Zusammenhang zwischen den Gebäudeautomationsfunktionen und den Energieeffizienzklassen für die Regelung des Heizbetriebes.

Durch Anwendung der EN 15232 ergeben sich unterschiedliche Energieeffizienzfaktoren für verschiedene Gebäudetypen hinsichtlich des Einsatzes thermischer und elektrischer Energie. Bei der Bewertung von Gebäuden gilt die Effizienzklasse C als Bezugsklasse für die Umsetzung von Maßnahmen zur Energieoptimierung.

In dem roten Feld, in der Tabelle rechts, ist zu erkennen, dass der thermische Energieverbrauch des Gebäudes mit der Effizienzklasse A bei einem Faktor von 0,7 um bis zu 30 % reduziert werden kann.

Building Automation and Control (BAC)  
**Effizienzklassen EN 15232**

	Effizienzfaktor für thermische Energie			Effizienzfaktor für elektrische Energie		
	Büro	Schule	Hotel	Büro	Schule	Hotel
<b>A</b> Hocheffiziente Gebäudeautomation und Regelsystem (BACS) und technisches Gebäudemanagement (TGM)	0,70	0,80	0,68	0,87	0,86	0,90
<b>B</b> Erweitertes BACS und TGM	0,80	0,88	0,85	0,93	0,93	0,95
<b>C</b> Standard BACS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>D</b> Nicht effizientes BACS	1,51	1,20	1,31	1,10	1,07	1,07

Quelle: DIN EN 15232, Tabelle 9, Tabelle 11

## Anwendung in der Raumautomation

### VDI 3813 – Raumautomation

Die VDI 3813 beschreibt die integrale Raumautomation, unter besonderer Berücksichtigung der Interoperabilität unterschiedlicher Gewerke, auf der Basis von Nutzungsanforderungen. Zur Schaffung einer einheitlichen Beurteilungsgrundlage für Bauherren, Planer und Systemintegratoren sind in der Norm eindeutige Begriffe und Funktionen definiert.

Die derzeitige Herausforderung besteht darin, dass Raumautomationsfunktionen getrennt von den Gewerken des technischen Ausbaus ausgeschrieben werden. Dies führt in der Praxis oft dazu, dass vorhandene Energieeinsparpotenziale ungenutzt bleiben.

Die VDI 3813 stellt eine Ergänzung zur EN 15232 dar, indem sie die dort genannten Raumautomationsfunktionen präzise beschreibt. Wichtig ist, dass die EN 15232 und die VDI 3813 schon bei der Grundlagenermittlung und Vorplanung eines Gebäudes Anwendung finden.

Die Tabelle rechts zeigt die Raumautomationsfunktionen der VDI 3813 bezogen auf die Energieeffizienzklassen der EN 15232 an.

Anwendungsfunktion

**GA-Effizienzklassen nach DIN EN 15232**

Anwendungsfunktion	GA-Effizienzklassen nach DIN EN 15232			
	D	C	B	A
<b>Basisfunktionen mit Einfluss auf die Energieeffizienz</b>				
Belegungsauswertung			x	x
Zeitprogramm			x	x
<b>Beleuchtungsfunktionen mit Einfluss auf die Energieeffizienz</b>				
Lichtschaltung		x		
Automatiklicht			x	x
Tageslichtschaltung			x	x
Konstantlichtregelung			x	x
<b>Sonnenschutzfunktionen mit Einfluss auf die Energieeffizienz</b>				
Sonnenautomatik		x		
Lamellennachführung			x	x
Verschattungskorrektur			x	x
Thermoautomatik			x	x
<b>Raumklimafunktionen</b>				
Energieniveauwahl			x	x
Energieniveauwahl mit Startoptimierung			x	x
Sollwertermittlung			x	x
Funktionswahl			x	x
Temperaturregelung (Heizen/Kühlen)		x	x	x
Raum-Zulufttemperatur-Kaskadenregelung			x	x
Ventilatorsteuerung			x	x
Sequenzsteuerung			x	x
Stellwertbegrenzung			x	x
Luftqualitätssteuerung/-regelung				x
Nachtkühlung			x	x
Lastoptimierung			x	x

Quelle: VDI 3813 Teil 2

In der Raumautomation werden die Sensoren in Abhängigkeit von ihrer Funktion und unabhängig vom einzelnen Gewerk eingesetzt. Hierdurch lassen sich schon während der Anlagenerichtung Hardware- und Verkabelungskosten sparen. Ganz nebenbei bringt die Reduktion des Verkabelungsaufwandes einen positiven Nebeneffekt in Bezug auf Brandlasten und Statik eines Gebäudes mit sich.

Um die Energieeffizienzklasse A nach EN 15232 zu erreichen, bietet Beckhoff eine Softwarebibliothek – in Anlehnung an die Raumautomationsrichtlinie VDI 3813 – an.

Die durchgängige Raumautomation nutzt die wechselseitigen Einflüsse von Fassadensteuerung, Beleuchtung und Klimaregelung, um ein angenehmes Raumklima zu schaffen. Gleichzeitig wirkt sich eine effiziente Raum- oder Zonenregelung auch auf die Primäranlagen aus: Der Heiz- bzw. Kühlbedarf und die Luftmengen werden bedarfsabhängig geregelt. Daher muss schon bei der Auslegung der Heiz-, Kühl-, Lüftungs- und Klima-

anlagen berücksichtigt werden, welcher Bedarf aus der spezifischen Nutzung der Immobilie voraussichtlich generiert wird. Ein weiterer Vorteil ist, dass ein Großteil der Optimierungsfunktionen, während der Inbetriebnahme und des laufenden Betriebes, innerhalb der Software auf einem System realisiert werden kann. Das führt dazu, dass keine Umbaumaßnahmen den Betrieb behindern und auch der zeitliche Aufwand durch die Softwareanpassung überschaubar bleibt. Für viele Änderungen muss unter Umständen nicht einmal ein Servicetechniker anreisen, da sie über den Remote-Zugriff auf die Anlage erfolgen können.

Aus der nebenstehenden Matrix wird das Zusammenspiel der einzelnen Gewerke im Hinblick auf die verwendete Sensorik deutlich. Zur energieeffizienten Automatisierung müssen alle Einzelgewerke von einem System gesteuert bzw. geregelt werden.

Zusammenspiel der Gewerke

	Sensorik					
	HLK	Beleuchtung	Sonnenschutz	Sicherheit	Global	Monitoring
Lichtintensität	x	x	x			
Raumtemperatur	x		x			x
Präsenz	x	x	x	x		x
Fensterkontakt	x		x	x	x	
Raumbediengerät	x	x	x			
Witterung (Wind/Regen)			x		x	
Außentemperatur	x		x		x	
Sonneneinstrahlung	x	x	x		x	

## Büro nach Energieeffizienzklasse A

Zur besseren Veranschaulichung, was sich hinter den Gebäudeautomationsfunktionen verbirgt und wie die Energieeinsparung erreicht werden kann, werden die Gebäudeautomationsfunktionen eines Büros mit der Energieeffizienzklasse A im Folgenden exemplarisch beschrieben.

### Technische Ausstattung des Büros

Die Beleuchtung besteht aus je einem flur- und einem fensterseitigen Lichtband. Die Leuchten werden tageslichtabhängig über DALI auf einen konstanten Raumhelligkeitssollwert geregelt (Kostantlichtregelung). In der Decke befindet sich ein Raumhelligkeitsfühler. Zur bedarfsabhängigen Steuerung und Regelung des gesamten Raumes ist ein Präsenzmelder montiert.

Die Verschattung des Büros erfolgt über zwei außen liegende Lamellenjalousien mit Motorantrieb. Zur manuellen Ansteuerung der Jalousie sind zwei Taster installiert.

Für die Beheizung des Raumes ist ein Radiator vorhanden. Gekühlt wird das Büro

über eine Kühldecke. Am Radiator und an der Kühldecke ist je ein Stellantrieb angebracht. Die Erfassung der Raumtemperatur und die lokale Verstellung des Raumtemperatursollwertes erfolgen über EnOcean-Funktechnologie.

Zur Be- und Entlüftung ist das Büro an eine raumlufttechnische Anlage angeschlossen. Der Volumenstrom ist variabel. Der Offen-Zustand des Fensters wird über einen digitalen Eingang erfasst; ebenso der Taupunkt-wächter an der Kühldecke.



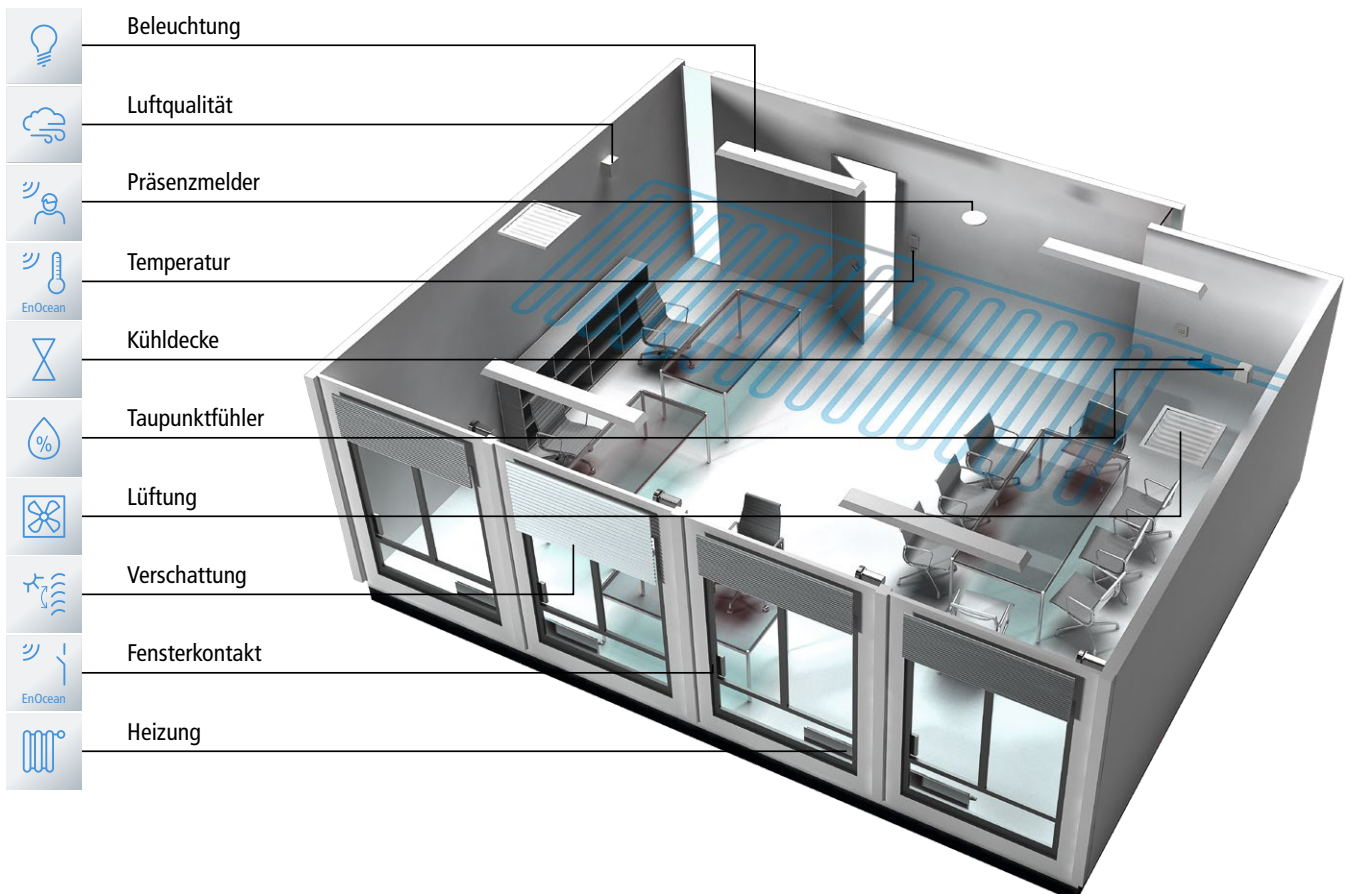
### Heiz-/Kühlfunktion

Zur Minimierung des Energiebedarfs für die Raumheizung und -kühlung wird der Raumtemperatursollwert über eine zeitschaltplanabhängige Energieniveauwahl bestimmt (siehe Abb. 1, Seite 30 und Abb. 2, Seite 31). Bei langen Abwesenheitszeiten, z. B. während der Betriebsferien, wird das Büro in das niedrigste Energieniveau,

„Protection“, geschaltet, um Schäden durch Frost oder Überhitzung vorzubeugen. Bei kürzeren Abwesenheitszeiten, wie z. B. nachts oder an Wochenenden, wird das Büro in den „Economy“-Betrieb versetzt. Erst zu Beginn der Kernarbeitszeit erfolgt eine Anhebung des Energieniveaus auf das Level „Pre-Comfort“. Die Raumtemperatur befindet sich jetzt nahe an dem Komfort-Sollwert. Erst wenn der Präsenzmelder die Anwesenheit von Personen im Raum meldet, wird in den „Comfort“-Betrieb geschaltet und der entsprechende Sollwert kurzfristig erreicht.

Das Umschalten vom „Economy“- in den „Pre-Comfort“-Betrieb erfolgt über die Funktion Energieniveau-Wahl mit Startoptimierung so spät wie möglich. Der optimale Einschaltzeitpunkt wird vom Gebäudeautomationssystem errechnet.

Das Öffnen des Fensters wird von einem Fensterkontakt überwacht. Ist das Fenster offen, wird automatisch auf das Energieniveau „Protection“ herunter geschaltet.



Somit wird unnötiger Energieverbrauch durch eine Fensterlüftung automatisch unterdrückt.

Die Raumtemperatursollwerte für alle vier Energieniveaus werden von der Raumklimafunktion Sollwertermittlung für den Heiz- und Kühlbetrieb zur Verfügung gestellt. Die „Funktionsauswahl“ steuert die Freigabe der Regler für den Heiz- oder Kühlbetrieb und vergleicht die aktuelle Raumtemperatur mit dem Sollwert. Ist der aktuelle Wert kleiner als der Sollwert des Energieniveaus „Comfort“-Heizen, erfolgt eine Freigabe des Heizreglers. Ist der aktuelle Raumtemperaturwert höher als der Sollwert für das Energieniveau „Comfort“-Kühlen, erfolgt die Freigabe des Kühlreglers. Gleichzeitiges Heizen und Kühlen ist ausgeschlossen.



#### Lüftung

Im Sommer trägt die natürliche Nachtabkühlung zur Reduktion des Energieverbrauches bei: Das Nachtkühlprogramm schaltet die raumluftechnische Anlage ein und durchspült die Büroräume mit kühler Außenluft. Auf diese Weise werden Wärmespeicher nachts

entladen, so dass sich der Energieaufwand zum Kühlen der Räume am nächsten Tag reduziert. Bei motorisch betätigten Fenstern können auch diese für die automatische Sommernachtkühlung genutzt werden.



#### Lastoptimierung

Die Kommunikation zwischen Systemen zur Automation der Energiezentralen und Systemen zur Erzeugung und Verteilung von Heiz- und Kühlwasser ermöglicht eine bedarfsabhängige Anpassung der Vorlauftemperaturen. Damit können die Übertragungsverluste minimiert und der Gesamtwirkungsgrad der Anlagen erhöht werden.



#### Luftqualität

Je nach gemessener Luftqualität wird, mittels der Volumenstromregler, mehr oder weniger Frischluft in den Raum eingebracht. Bei guter Luftqualität wird die Luftzufuhr auf einen minimalen Volumenstrom reduziert. Das Zentralklimagerät für die Be- und Entlüftung passt seine Förderleistung aufgrund der Kommunikation zwischen der



Sonnenschutzfunktionen: Thermoautomatik und Verschattung

Raumautomation und den Primäranlagen automatisch an. Auf diese Weise kann der Energieverbrauch der Ventilatoren um bis zu 45 % verringert werden. Präsenzzabhängig wird der Volumenstrom bei Abwesenheit auf ein Minimum reduziert.



#### Konstantlichtregelung

Bei der Unterschreitung einer Mindestlichtstärke im Raum und bei gleichzeitiger Personenpräsenz schaltet sich die Konstantlichtregelung automatisch ein. Umgekehrt wird bei steigendem Außenlicht der Kunstlichtanteil automatisch verringert bzw. bei Erreichen einer ausreichenden Lichtstärke abgeschaltet. Wenn durch den Präsenzmelder Abwesenheit erkannt wird, schaltet die Konstantlichtregelung zeitverzögert ab.



#### Sonnenschutzfunktionen

Die Steuerung des Sonnenschutzes ist direkt in das Raumautomationssystem integriert. Die Funktion „Thermoautomatik“

unterstützt die Heiz- und Kühlfunktion des Raumes bei Abwesenheit. Bei Sonneneinstrahlung im Winter wird der Sonnenschutz nach oben gefahren, um die Heizung durch die Energieeinträge der Sonne zu unterstützen. Im Sommer wird der Sonnenschutz automatisch aktiviert, um den Energieeintrag durch die Sonne zu reduzieren und die Kühlfunktion zu unterstützen.

Bei Anwesenheit im Raum und starker Sonneneinstrahlung wird der Sonnenschutz automatisch aktiviert. Die Lamellennachführung sorgt für eine sonnenstandsabhängige Optimierung des Lamellenwinkels. Dabei werden die Lamellen so positioniert, dass eine Blendwirkung durch direkt einfallendes Sonnenlicht ausgeschlossen ist, und die Zunahme des Energieverbrauches durch künstliche Beleuchtung möglichst gering gehalten wird.

Die Verschattungskorrektur berechnet den Schattenverlauf auf den Fassaden des Gebäudes, in Abhängigkeit vom Sonnenstand, der Fassadenausrichtung sowie der Position und der Koordinaten der umliegenden Schattenobjekte. Auf diese Weise wird eine unnötige Aktivierung des Sonnenschutzes unterdrückt und erhöhter Energieverbrauch durch den Einsatz von Kunstlicht innerhalb des Gebäudes vermieden.