

cciBUCH

VDE
VERLAG

Sebastian Palmer

Grundlagen der Gebäudeautomation für die Klima- und Lüftungstechnik

Kälte • Klima • Lüftung | KOMPAKT

Leseprobe

Palmer, Sebastian

Grundlagen der Gebäudeautomation für die Klima- und Lüftungstechnik

1. Auflage 2017, ca. 140 Seiten

Erscheint im 1. Quartal 2017

Vorwort

Warum dieses Buch? Warum Gebäudeautomation? Der Automatisierungsgrad im Alltag und auch insbesondere bei Immobilien nimmt stetig zu. Ohne Gebäudeautomation ist es nicht möglich, größere Gebäude energieeffizient, nachhaltig und kostengünstig zu betreiben! Bei den am Bau oder am Betrieb einer Immobilie Beteiligten ist der Wissensstand auf dem Gebiet der Gebäudeautomation jedoch recht unterschiedlich ausgeprägt. Mit diesem Buch möchte ich gerade denen helfen, die in ihrem Tagesgeschäft zwar immer wieder mit dem Thema zu tun haben, aber aufgrund ihrer Tätigkeit keinen Anspruch auf Spezialisierung in der Gebäudeautomation haben.

An dieser Stelle möchte ich den beteiligten Verlagen für die Möglichkeit danken, dieses Buch schreiben und veröffentlichen zu können. Herrn Hans Kranz danke ich für die ausführlichen historischen Informationen. Meinem Arbeitgeber danke ich für die Unterstützung bei diesem Projekt. Meinen Kollegen Daniel Kloster und Gerhard Rösch danke ich für die Unterstützung, das Manuskript gegenzulesen. Und insbesondere danke ich meiner Familie für das Verständnis und die Opfer, die sie mir dafür gebracht haben.

Sebastian Palmer

November 2016

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Was ist Gebäudeautomation?	11
2 Entwicklung der Gebäudeautomation	13
3 Kurzbeschreibung heutiger Systeme	15
3.1 Einheitliche Sprache	15
3.2 Baubeteiligte	15
3.3 Ebenen in der Gebäudeautomation	16
3.3.1 Die Managementebene	18
3.3.2 Die Automationsebene	19
3.3.3 Die Feldebene	19
4 Die Managementebene	21
4.1 Die Management- und Bedieneinrichtung	22
4.2 Darstellungen in der MBE	26
4.3 Datenpunktadressierung	31
4.4 Alarm-, Störungs- und Ereignismanagement (Module)	32
4.5 Energiemonitoring und Energiemanagement (Module)	35
5 Die Automationsebene	41
5.1 AS-Hardware	42
5.2 Physikalische Ein- und Ausgabefunktionen	48
5.3 Kommunikative Ein- und Ausgabefunktionen	50
5.4 Lokale Vorrangbedienebene	51
6 Bussysteme und -protokolle	53
7 Die Feldebene	59
7.1 Feldgeräte ohne Regelfunktionen und ohne Busanschluss	60
7.2 Feldgeräte ohne Regelfunktionen und mit Busanschluss	61
7.3 Feldgeräte mit Regelfunktionen und ohne Busanschluss	63
7.4 Feldgeräte mit Regelfunktionen und mit Busanschluss	64

8	Feldgeräte in der Kälte- und Klimatechnik	66
8.1	Sensoren in der Kälte- und Klimatechnik	66
8.1.1	Druckmessung in der Kälte- und Klimatechnik	66
8.1.2	Messelemente für die Druckmessung in der Kälte- und Klimatechnik.	67
8.1.3	Feuchtemessung in der Kälte- und Klimatechnik	69
8.1.4	Messelemente für die Feuchtemessung in der Kälte- und Klimatechnik.	70
8.1.5	Luftqualitätsmessung in der Kälte- und Klimatechnik	70
8.1.6	Temperaturmessung in der Kälte- und Klimatechnik	70
8.1.7	Energieverbrauchserfassung in der Kälte- und Klimatechnik	78
8.1.8	Wetterstationen (Sonne, Wind) in der Kälte- und Klimatechnik.	78
8.1.9	Montage von Fühlern, Sensoren und Messeinrichtungen.	79
8.2	Fühlerkalibrierung	81
8.3	Anforderung an die Messgenauigkeit in der Gebäudeautomation	82
8.4	Klappen und Ventile in der Kälte- und Klimatechnik	83
8.5	Ventilatoren und Pumpen in der Kälte- und Klimatechnik	84
9	Insellösungen – Durchgängigkeit – „Ein Stück Regelung“	89
10	Regelstrategien in der Praxis	95
10.1	Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheitsschutz	95
10.1.1	Luftfilterüberwachung in Lüftungs- und Klimaanlage	95
10.1.2	Brandschutz.	97
10.2	Erhaltung baulicher und anlagentechnischer Werte	98
10.2.1	Feuchteüberwachung in Räumen.	98
10.2.2	Frostschutz	101
10.3	Erhöhung von Nutzungsqualität und Reduzierung der Nutzungskosten	103
10.3.1	Raumluft- und Temperaturregelung	104
10.3.2	Umluftbeimischung	110
10.3.3	Klima- und Teilklimaanlagen	111
10.3.4	Vollklimaanlagen	111
10.3.5	Behaglichkeitsregelung, h,x-geführte Regelung.	112
10.3.6	Raumluftqualitäts- und CO ₂ -Regelung	114
10.3.7	Bedarfsgerecht regeln mit variablem Volumenstrom (VVS).	116

10.4 Betriebs- und Optimierungsprogramme.	117
10.4.1 Absenk- und Tagbetrieb	117
10.4.2 Start-Stop-Optimierung	118
10.4.3 Bereitschafts- oder Stützbetrieb	119
10.4.4 Sommernachtkühlung	120
10.4.5 Winteranfahrschaltung	120
10.4.6 Spülbetrieb.	121
11 Beispiele für Hemmnisse einer ordentlichen Betriebsführung	122
11.1 Management- und Bedieneinheit und deren Organisation.	122
11.1.1 Unzureichender Detaillierungsgrad in den Anlagenbildern	122
11.2 HAND / AUTO – Lokales Bedienen, ja oder nein?	126
11.2.1 Meldung eines manuellen Eingriffs	127
11.2.2 Manueller Eingriff über die Management- und Bedieneinrichtung.	128
11.2.3 Manueller Eingriff über die lokale Vorrangbedienebene	129
11.2.4 Manueller Eingriff direkt am Feldgerät (z. B. Pumpe, Ventil, Frequenzumrichter)	130
12 MBE-Anbindungskonzepte – Liegenschaftsgedanke	132
12.1 Anzahl der Liegenschaften	132
12.2 Art der Liegenschaften, Nutzung, Technikstand, Baujahr	133
12.3 Betreiberkonzept, Verantwortlichkeiten	134
12.4 Kosten	136
12.5 IT-Struktur	137
12.6 Unternehmens- oder Verwaltungsstruktur.	137
Literatur	138
Stichwortverzeichnis	142

Insellösungen – Durchgängigkeit – „Ein Stück Regelung“

Wie ab Kapitel 3.3 beschrieben wurde, wird die Gebäudeautomation in verschiedene Ebenen unterteilt, die in unterschiedlicher Weise miteinander verbunden sind. Wenn ein Gebäude mit einer Gebäudeautomation ausgestattet ist, sollte von einer durchgängigen Vernetzung aller Gewerke, wie Lüftung, Klima und Heizung, ausgegangen werden. Diese Aufgabe des Vernetzens – in der Fachsprache auch Systemintegration genannt – wird in der Regel durch den Lieferanten der Gebäudeautomation erledigt. Er integriert die verschiedenen Gewerke und Systeme zu einem Gesamtsystem. Voraussetzung dafür ist die klare Beschreibung aller Schnittstellen und die Verwendung von offenen Kommunikationssystemen.

Offenes System

Unter einem offenen System versteht man Systeme, deren Anbindung an die Gebäudeautomation über frei verfügbare oder genormte Protokolle und Bussysteme erfolgt. Jeder Verwender kann die Beschreibung des Protokolls oder des Bussystems einsehen und somit die Technologie zur Anbindung in seine Produkte einbauen.

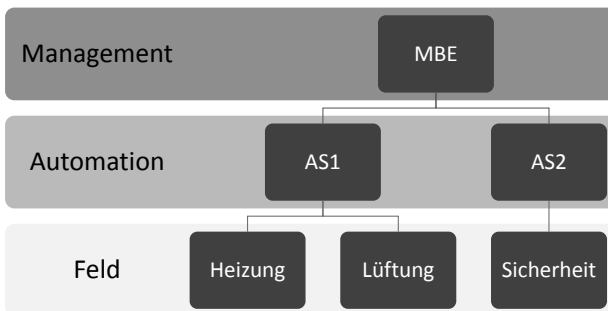


Abb. 48:
Durchgängige Anbindung aller Gewerke im Ebenen-Modell

Ein offenes System ist die optimale Voraussetzung für einen effizienten und komfortablen Betrieb. Viele Bauprojekte spiegeln aber leider ein anderes Bild wider. Oft werden die unterschiedlichen Gewerke mit der Lieferung der Regelungstechnik beauftragt oder die Durchgängigkeit der Gebäudeautomation wird aus Investitionskosten-

tengründen nicht sinnvoll geplant. Sowohl der Lüftungsgeräte-Lieferant hat „ein Stück Regelung“ in seinem Leistungsverzeichnis wie auch der Heizungsbauer und vielleicht noch der Kälte- oder Sanitäranlagenbauer. In solch einem Fall findet selten eine Integration der Gewerke im Sinne der Regelungstechnik statt. Es werden gegebenenfalls noch sicherheitsrelevante Zustandsmeldungen von Brandschutzklappen auf die zentrale Management- und Bedieneinrichtung (MBE) aufgeschaltet. Dann stellt sich allerdings die Frage nach der Sinnhaftigkeit einer MBE.

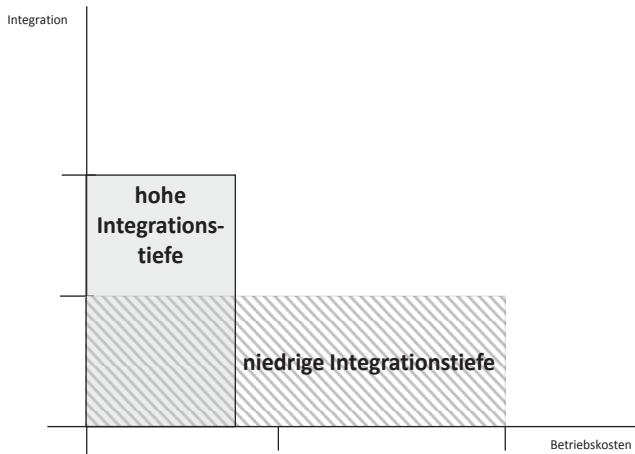


Abb. 49:
Einfluss der Integrationstiefe auf die Betriebskosten

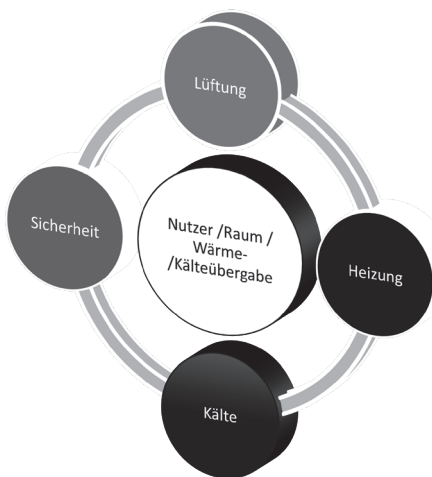


Abb. 50: Integration der Gewerke

Ist die Integrationsleistung gar nicht vorgesehen (jede Regelung arbeitet autark für sich), dann ist die Abwicklung der Projekte sicherlich schlank. Allerdings darf dann kein Anspruch an einen effizienten, komfortablen oder auch wirtschaftlichen Betrieb des Gebäudes gestellt werden.

Bestes Beispiel ist die fehlende Kopplung eines Kälte- oder Wärmeerzeugers an die Verbraucher wie Lüftungsgeräte oder Heiz- und Kühldecken. Es ist energetisch und wirtschaftlich sinnvoll, dass die Energieerzeugung die erforderliche Energie bedarfsgerecht nach Nutzeranforderung zur Verfügung stellt. Das

kann aber nur garantiert werden, wenn die Regelung des Lüftungsgerätes oder die der Heiz- und Kühldecke mit der Regelung der Kälte- bzw. Wärmeerzeuger verbunden ist. Ist das nicht der Fall, muss ein permanenter Vorhalte- oder Standby-Betrieb die Energie am Lüftungsgerät oder an den Heiz- und Kühldecken bereitstellen, was einen unnötigen Energieverbrauch zur Folge hat.

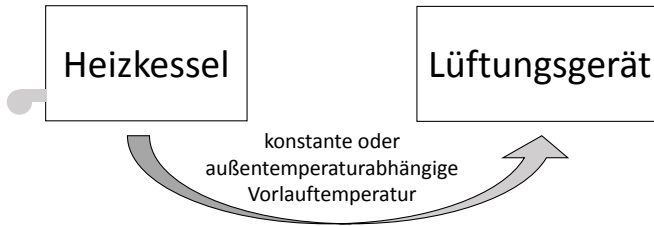


Abb. 51:
Beispiel für fehlende Integration der Gewerke Heizungs- und Raumlufttechnik

In Abbildung 51 ist eine einfache Abhängigkeit eines Heizkessels mit einer Lüftungsanlage dargestellt. Um die Luft im Lüftungsgerät zu erwärmen, muss der Kessel warmes Wasser entweder über eine ständig anstehende, konstante Vorlauftemperatur liefern, zum Beispiel konstant 60 °C, oder über eine von der Außentemperatur abhängige Vorlauftemperatur. Alternativ kann auch noch eine Nacht- und Tagtemperatur über einen Zeitplan definiert sein. Eine Rückkopplung aus dem durch das Lüftungsgerät versorgten Bereich oder Raum findet nicht statt. Somit wirken alle Zustände aus dem Bereich oder Raum nur auf das Lüftungsgerät. Mögliche Zustände können sein: „Fenster auf“, „keine Personen anwesend“, „Raumtemperatursollwert-Veränderung durch Nutzer“ etc. Die genannten Zustände haben direkten Einfluss auf die durch das Lüftungsgerät zur Verfügung zu stellende Lufttemperatur. Die Steuerung des Lüftungsgerätes passt diese auch in der Regel an. Jedoch ändert es nichts an der durch den Heizkessel zur Verfügung gestellten Energie, obwohl auch diese aus Effizienzgründen mit angepasst werden sollte.

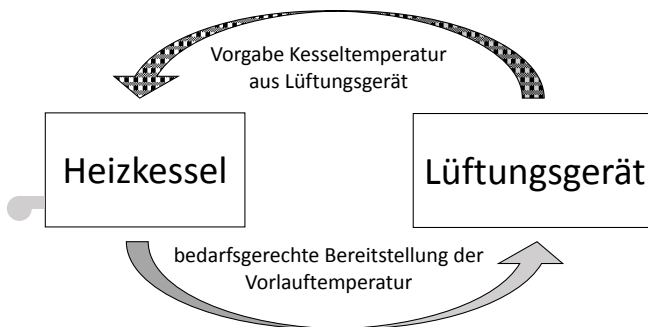


Abb. 52:
Beispiel für vorhandene Integration der Gewerke Heizungs- und Raumlufttechnik

Gateway-Problematik

Die Einbindung verschiedener Gewerke in die Gebäudeautomation erfolgt auf der Basis eines einheitlichen Protokolls bzw. Bussystems oder mithilfe von sogenannten Gateways. Ein Gateway verbindet Systeme untereinander, die mit unterschiedlichen Protokollen oder Bussystemen kommunizieren. Es fungiert also als Übersetzer zweier (Maschinen-)Sprachen.

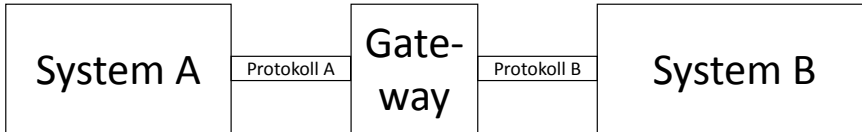


Abb. 53: Gateway zur Verbindung zweier Systeme mit unterschiedlichen Kommunikationsprotokollen

Die Auswahl von Gateways im Sinne der Systemintegration erfordert Erfahrung und Wissen über die jeweiligen Protokolle und die zu integrierenden Systeme. Neben der Kernaufgabe eines Bussystems oder Protokolls, Informationen auszutauschen, steht jedes Bussystem oder Protokoll auch für eine bestimmte Anwendung. Daher sind bei der Integration die jeweiligen Eigenarten der verschiedenen Bussysteme oder Protokolle zu beachten. Folgende Eigenschaften können eine Rolle spielen:

- Geschwindigkeit der Datenübertragung
- Kommunikation in beide Richtungen (uni- oder bidirektional)
- physikalisches Medium (Zwei-Draht, Ethernet, Funk...)
- offenes oder herstellerspezifisches Bussystem oder Protokoll
- Bus-Topologie, Linien-, Baum- oder Sterntopologie oder Voll- bzw. Teilvermaschung

Ein gutes Beispiel für ein anwendungsbezogenes System ist der M-Bus, der speziell für den Austausch von Verbrauchsdaten aus Zählern (Strom, Wärme, Kälte, Wasser etc.) entwickelt wurde. Der M-Bus ist unter anderem in der DIN EN 13757 genormt und gilt als einfache und günstige Lösung, um Verbrauchsdaten aus Zählern automatisiert zu empfangen. Dieses System kann aber auch an seine Grenzen stoßen, insbesondere dann, wenn sehr viele Daten von sehr vielen Zählern in kurzen Zeitabständen (Sekunden) übermittelt werden sollen oder eine umfangreiche bidirektionale Kommunikation erforderlich ist. Bei einer bidirektionalen Kommunikation würde der Zähler nicht nur Verbrauchsdaten senden, sondern auch Daten empfangen.

Neben dem Vorteil, dass ein Gateway die Integration von weiteren Anlagenkomponenten ermöglicht, gibt es zwei entscheidende Nachteile. Jedes Protokoll hat seine eigene „Philosophie“. Insbesondere dann, wenn komplexe oder proprietäre Proto-

kolle mit einfachen Protokollen verbunden werden, können Informationen verloren gehen oder nur mit erheblichem Mehraufwand ausgetauscht werden. Wichtig bei der Systemintegration ist, dass die zu übertragenden Datenpunkte im Sinne einer effizienten und wirtschaftlichen Betriebsführung definiert werden. Vor dem Hintergrund günstiger Errichtungskosten wird oft an der Kommunikation zwischen den Maschinen gespart. Bei der Anbindung einer Kältemaschine macht es zum Beispiel einen Unterschied, ob nur die Betriebsmeldung übermittelt wird oder auch Temperatur- und Verbrauchswerte ausgetauscht werden. In Abbildung 54 ist exemplarisch eine Maschine über ein Gateway mit der MBE/GA verbunden. Die Maschine stellt sieben Datenpunkte zur Verfügung, von denen aber nur vier in die MBE/GA übermittelt werden. Der Betrieb kann sicherlich so gewährleistet werden. Tiefergehende Bewertung und Optimierung der Maschine von der MBE aus sind mit diesem Informationsumfang jedoch nur schwer möglich. Eine Bewertung der Maschine kann somit nicht über die MBE, sondern nur direkt an der Maschine selbst erfolgen, vorausgesetzt die Maschine bietet einen lokalen Zugriff auf die Datenpunkte an. Diesen Mehraufwand, gerade in größeren Gebäuden, muss man gegen die Mehrkosten und den Komfort einer höheren Systemintegration abwägen.

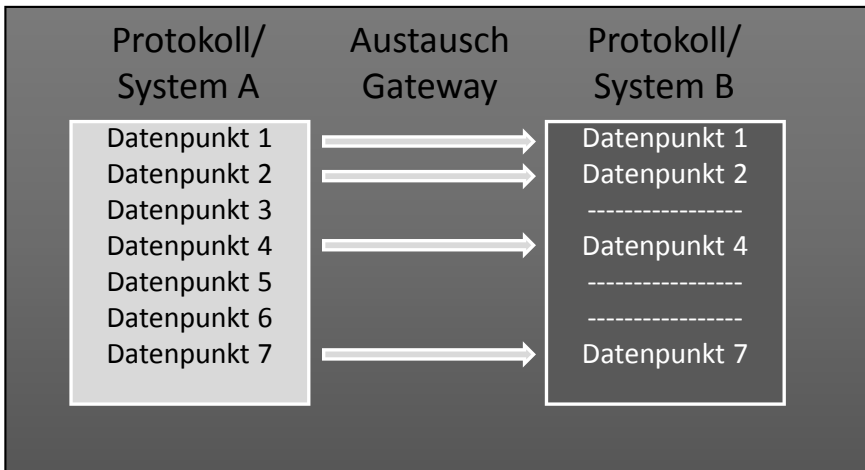


Abb. 54: Gateway zwischen zwei Systemen

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Systemintegration ist die sogenannte Schnittstellendefinition bzw. Leistungsabgrenzung. Bezogen auf das vorangestellte Beispiel, gibt es bei der konventionellen Anbindung einen Lieferanten für die Gebäudeautomation (GA) und einen für die Kältemaschine. Ist für die Anbindung der Kältemaschi-

ne an die GA ein Gateway erforderlich, so ist festzulegen, wer dieses liefert, die Inbetriebnahme macht, Störungen behebt und die Wartung durchführt. In Abbildung 55 sind zwei mögliche typische Fälle der Zuständigkeiten dargestellt. Im Fall A wird das Gateway durch den GA-Lieferanten gestellt, die Inbetriebnahme, der Service und die Wartung ebenfalls. In Fall B sind das Gateway und die Dienstleistung im Leistungsumfang des Lieferanten der Kältemaschine enthalten.

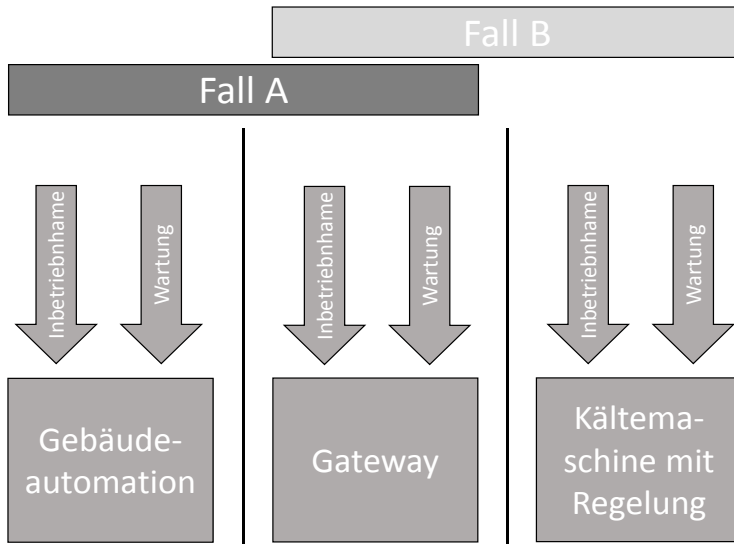


Abb. 55: Zuständigkeiten Gateway, Schnittstellendefinition

In jedem Fall ist die Zuständigkeit in Störungsfällen zu klären, wenn eine Störung nicht eindeutig auf eine Komponente zuzuordnen ist. Lässt sich zum Beispiel die Kältemaschine nicht über die MBE ausschalten, kann das an der MBE, am Gateway oder an der Regelung der Kältemaschine liegen. Stellt jeder Lieferant keinen Fehler an „seiner“ Komponente fest, wenn er diese isoliert betrachtet, macht es Sinn, alle Beteiligten zu einer gemeinsamen Störungsbeseitigung an einen Tisch zu bekommen.

Auszug aus Kapitel 10: Regelstrategien in der Praxis

einem Park gelegene Rückseite des Gebäudes zu wählen. Die Auswahl ist individuell vom Fachplaner, Architekten bzw. Bauherrn vorzunehmen.

Die Raumluftqualität hingegen kann durch weitaus mehr Faktoren proaktiv beeinflusst werden. Eine wichtige Komponente ist der Luftfilter. Die Gebäudeautomation kann den zuverlässigen Betrieb von Luftfiltern gewährleisten, indem sie bei steigender Verunreinigung eine Wartungsmeldung erzeugt. Das zuständige Personal kann dann die betreffenden Filter austauschen. Weitere Faktoren sind:

- die Auswahl der richtigen Materialien innerhalb des Gebäudes
- die Auswahl der passenden Volumenströme in Abhängigkeit von den eingesetzten Materialien und der Nutzung des Gebäudes
- die richtige Dimensionierung der Anlage, um die Bildung von Mikroorganismen (Luftfilter, Luftentfeuchter, Luftbefeuchter, Luftkanäle) zu verhindern

1 Außenluftklappe

2 Heizregister

3 Filterüberwachung (Drucksensor)

4 Ventilator

5 MBE Management- und Bedieneinrichtung

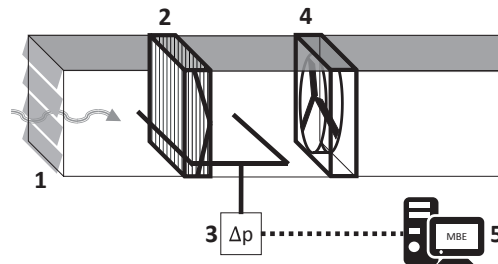


Abb. 56: Luftfilterüberwachung einer Lüftungsanlage

Die Überwachung erfolgt durch die Erkennung des steigenden Druckverlusts, der durch den verschmutzten Luftfilter erzeugt wird. Der Druck wird vor und nach dem Filter gemessen. Die Differenz ergibt den Druckverlust, der je nach Volumenstrom und Filterart einen gewissen Wert nicht überschreiten darf. Der rechtzeitige Wechsel des Filters gewährleistet nicht nur eine saubere Luft, sondern verhindert auch unnötigen Stromverbrauch, der durch den höheren Widerstand des verschmutzten Filters entsteht.

10.1.2 Brandschutz

Beim Brandschutz handelt es sich zwar um keine Regelstrategie im eigentlichen Sinne, jedoch stellt er den klassischen Anwendungsfall für das Thema Sicherheit in der GA dar. Lüftungsanlagen können aufgrund ihrer verzweigten Struktur in einem Gebäude die Ausbreitung von Feuer und Rauch begünstigen oder aufgrund eines technischen Defektes selbst der Auslöser für einen Brand sein. Um die Entstehung und Verbreitung von Bränden und Rauchentwicklung zu vermeiden, werden verschiedene Maßnahmen für den Brandschutz ergriffen. Die Maßnahmen werden in verschiedenen Normen und Richtlinien behandelt. Die VDI-Richtlinie 3819 befasst sich mit dem Brandschutz in der Gebäudetechnik. Die Sachverständigen-Organisation VdS Schadenverhütung GmbH hat zudem ein Merkblatt erarbeitet, siehe www.vds-industrial.de/service/vds-richtlinien/brandschutz/.

Die Themenschwerpunkte sind:

- Gefahren zur Brandausbreitung
- Brandschutzmaßnahmen (baulich wie anlagentechnisch)
- Planung und Ausführung
- organisatorische Maßnahmen (Instandhaltung, Wartung, Prüfungen etc.)
- ausgewählte Anwendungsfälle

Die Gebäudeautomation kann im Bereich der Anlagentechnik einen positiven Einfluss auf die Brandschutzmaßnahmen nehmen. In Abbildung 57 ist exemplarisch der Zusammenhang zwischen Brandschutz, Gebäudeautomation und Brandmeldeanlage dargestellt. Zugleich werden die wichtigsten Bestandteile im Brandschutz bei Klima-

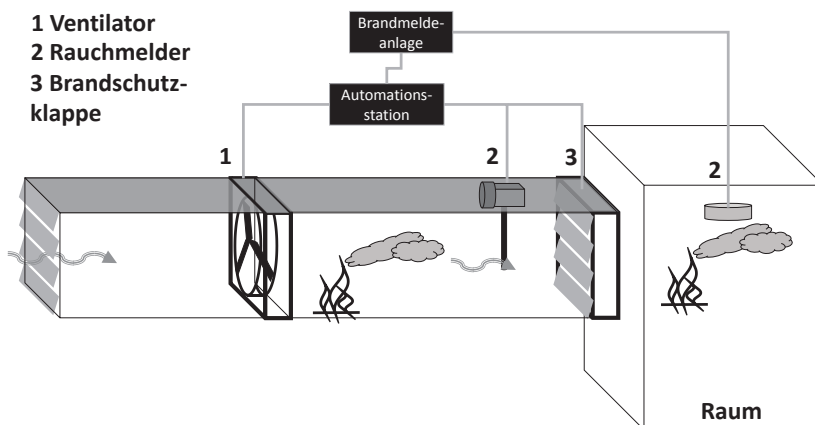


Abb. 57: Beispiel: Brandschutz in Lüftungsanlagen

Auszug aus Kapitel 11: Beispiele für Hemmnisse einer ordentlichen Betriebsführung

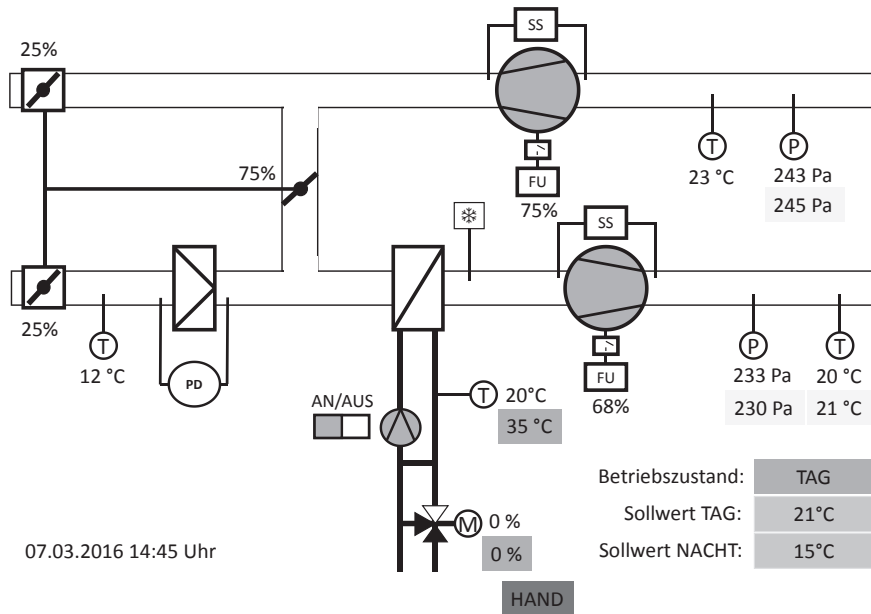


Abb. 79: Lüftungsanlage mit einem Handeingriff am Regelventil über die MBE

Rücklauf­temperatur auf 35 °C geregelt werden. Das ist aber nicht möglich, da das Ventil über den Handeingriff zugefahren wurde.

11.2.3 Manueller Eingriff über die lokale Vorrangbedienebene

Abbildung 80 zeigt eine Lüftungsanlage, die sich im Betriebszustand „HAND“ befindet. Allerdings ist das Regelventil mit einem LVB-Symbol (Lokale Vorrangbedienebene, siehe Kapitel 5.4) gekennzeichnet, was darauf hindeutet, dass über die Lokale Vorrangbedienebene am Schaltschrank ein manueller Eingriff stattgefunden hat. Eine Übersteuerung von der MBE aus ist nicht möglich. Vom Handbetrieb kann nur über die LVB am Schaltschrank wieder in den Automatikbetrieb gestellt werden.