



RLT-RICHTLINIE 07

Allgemeine Anforderungen an die Regelung Raumlufotechnischer Geräte

Ausgabe Mai 2026

Herstellerverband Raumlufotechnische Geräte e. V.

Vorwort

Die vorliegende Richtlinie soll Grundlagen zur Beschreibung von regelungstechnischen Zusammenhängen und dazu erforderlicher Ausstattung für raumluftechnische Geräte im Nichtwohnbereich aufzeigen.

Diese Richtlinie reflektiert die anerkannten Regeln der Technik zum Zeitpunkt der Erstellung.

Weitere Richtlinien des Herstellerverbandes Raumluftechnische Geräte e. V. wurden bisher zu folgenden Themen der Klimazentralgeräte veröffentlicht:

RLT-Richtlinie 01: Allgemeine Anforderungen an Raumluftechnische Geräte

RLT-Richtlinie 02: Explosionsschutzanforderungen an Raumluftechnische Geräte

RLT-Richtlinie 03: EG-Konformitätsbewertung von Raumluftechnischen Geräten

RLT-Richtlinie 04: Lüftungsanlagen mit Entrauchungsfunktion. Raumluftechnische Geräte mit Funktionserhalt im Entrauchungsbetrieb

RLT-Richtlinie 05: Building Information Modeling für Raumluftechnische Geräte

RLT-Richtlinie 06: Nachhaltigkeitsbewertung von RLT-Geräten

RLT-Richtlinie 07: Regelung von RLT-Geräten

RLT-Richtlinie Zertifizierung: Prüfrichtlinie und Zertifizierungsprogramm zur Bewertung der Energieeffizienz von RLT-Geräten

Ludwigsburg, Mai 2026

Herstellerverband Raumluftechnische Geräte e. V.

Diese RLT-Richtlinie ist kostenfrei als Download von der Webseite des Herstellerverbandes Raumluftechnische Geräte e. V. zu beziehen.

Inhalt:

1.	Funktionsbeschreibung Lüftungsgerät	3
2.	Systemkomponenten in RLT-Geräten.....	3
3.	Normativer und verordnungsrechtlicher Hintergrund:	4
4.	Beschreibung zu gesamtheitlichen Regelfunktionen eines Lüftungszentralgerätes.....	5
5.	Regelungstechnische Komponenten	10
	5.1. Ventilatoren	10
	5.2. Wärmeübertrager (Erhitzer/Kühler)	11
	5.3. Energierückgewinnungssysteme.....	15
	5.4. Filter.....	17
	5.5. Befeuchter	18
	5.6. Absperr- und Regelklappen.....	18
6.	Anforderung an die allgemeine Dokumentation	19
7.	Inbetriebnahme	19
8.	Wartung / Service	20
9.	Bedienung / Visualisierung / Fernüberwachung.....	20
10.	Monitoring	22
11.	Übergabe an Gebäudeautomation	22
12.	Cybersicherheit.....	23
13.	Empfehlung zu regelungstechnischen Qualitätsstufen	23
14.	Zusammenfassung	25

1. Funktionsbeschreibung Lüftungsgerät

Raumluftechnische Zentrallüftungsgeräte haben die Aufgabe, Räume in Gebäuden zu belüften, zu klimatisieren und deren Schadstoffe gezielt abzuführen.

Die Anwendungsbereiche sind vielfältig und gehen von der Belüftung von Aufenthaltsbereichen von Personen, Versammlungsstätten, medizinischen Einrichtungen bis zu Anwendungen in industriellen Bereichen, in denen ein definierter Raumzustand hinsichtlich Temperatur, Feuchte und Staub sicherzustellen ist.

Der Geräteaufbau ist modular und orientiert sich an den erforderlichen Luftaufbereitungsfunktionen, den die Lüftungsanlage übernehmen muss sowie den räumlichen Vorgaben im Gebäude. Somit werden RLT-Geräte in der Regel individuell an diese Aufgaben angepasst. Das betrifft auch die regelungstechnische Ausstattung, die sich an den verbauten Komponenten orientiert.

Je nach Anwendung sind folgende Funktionen und Luftbehandlungsstufen in RLT-Geräten integriert:

- Luftförderung
- Luftfilterung
- Wärmerückgewinnung/Kälterückgewinnung
- Erwärmung
- Kühlung
- Befeuchtung/Entfeuchtung

Die Luftmengenbereiche von RLT-Geräten reichen von 250 m³/h bis weit über 100.000 m³/h. Dabei unterscheidet man in einfache Zuluft- oder Abluftgeräte sowie kombinierte Zuluft-/Abluftgeräte. Anforderungen an die Effizienz von Lüftungsgeräten regelt die Ökodesign-Richtlinie EU1253/2014. Weitere Anforderungen an die Gerätequalität werden durch nationale und europäische Richtlinien definiert. Der Herstellerverband RLT-Geräte hat eine Reihe weiterer Informationen, die auf der Webseite www.rlt-geraete.de abrufbar sind, veröffentlicht.

2. Systemkomponenten in RLT-Geräten

RLT-Anlagen dienen dazu, die Qualität und Temperatur der Zuluft zu beeinflussen und Schadstoffe in belüfteten Bereichen gezielt abzuführen. Zentrale Lüftungsanlagen sind nach dem Baukastenprinzip aufgebaut. Je nach Anforderungen an die Raumlufqualität, den akustischen und räumlichen Voraussetzungen werden die erforderlichen Bauteile miteinander kombiniert und entsprechend dem Bedarf dimensioniert. Für die verbauten Komponenten ist jeweils ein entsprechender Regelbaustein innerhalb der zentralen Geräteregeleung erforderlich.

Filter

Luftfilter in RLT-Anlagen reinigen die Luft nach hygienischen Anforderungen, um die Menschen im Innenraum vor Verunreinigungen durch Partikel von außen zu schützen. Sie schützen aber auch die Geräte und Anlagenteile, wie Ventilator oder Wärmeübertrager, vor Verschmutzungen. Üblicherweise kommen dabei Taschen- oder Kassettenfilter zum Einsatz. Spezialfilter wie z. B. Aktivkohle- oder Schwebstofffilter werden für besondere Anforderungen an Gerüche und Partikel verwendet. Wichtig ist die regelmäßige Erneuerung der Filter, die üblicherweise während der Wartungsarbeiten gewechselt werden. Ein benötigter Regelbaustein hat hier die Aufgabe, Funktion und Wartungsintervalle an den Filterelementen zu überwachen.

Ventilatoren

Jede RLT-Anlage enthält in den einzelnen Luftströmen mindestens einen Ventilator. Der Ventilator ist eine Strömungsmaschine, die bei einem definierten Volumenstrom die Luft durch die Anlage befördert. Dabei erzeugt dieser eine Druckerhöhung, die den Strömungswiderstand aller Teile der gesamten Anlage überwindet. Ein hier notwendiger Regelbaustein überwacht und steuert energieeffizient den erforderlichen Luftvolumenstrom in variablen Leistungsbereichen.

Energierückgewinnungssysteme

Die Energierückgewinnungseinrichtungen dienen dazu, Energie aus der Gebäudeabluft für die Zuluftaufbereitung wieder zu nutzen. Es besteht dabei die Möglichkeit, neben Wärmeenergie auch Kälteenergie und Feuchtigkeit aus der Abluft für die Zuluftaufbereitung zurückzugewinnen. Dafür stehen vielfältige Systemkomponenten zur Verfügung. Je nach Dimensionierung lassen sich bis ca. 90 % der Energie im Abluftstrom zurückgewinnen. Der notwendige Regelbaustein überwacht und regelt effizient die Energiegewinnungsfunktion. Die verschiedenen Möglichkeiten der Energierückgewinnung, wie z. B. Plattenwärmeübertrager, Kreislaufverbundsysteme, Rotationswärmeübertrager oder Umschalt Speicher, erfordern unterschiedliche Regelkonzepte.

Heiz- und Kühlregister

Heiz- und Kühlregister, auch Lufterhitzer/-kühler genannt, sind Wärmeübertrager, die zum Erwärmen bzw. Kühlen der Zuluft eingesetzt werden. Lamellenrohr-Lufterhitzer/-kühler (Rippenrohr-Register) bestehen aus berippten Rohren mit Lamellen zur Temperaturübertragung. In den Rohren fließt das Heiz- oder Kühlmedium wie z. B. Dampf, Heiz- oder Kaltwasser. Weitere Bauarten sind Elektrolufterhitzer. Als Luftkühler können auch Direktverdampfer, die direkt an einen Kälteerzeuger angeschlossen sind, zum Einsatz kommen. Luftkühler können zur aktiven Luftentfeuchtung eingesetzt werden, indem der Luftstrom dabei unter den Taupunkt abgekühlt wird. Der notwendige Regelbaustein regelt die Medientemperatur und/oder den Mediendurchfluss auf den gewünschten Zuluft-Sollwert.

Luftbefeuchter

Luftbefeuchter halten den Feuchtegehalt der Zuluft auf einen definierten Wert. Sie befeuchten mit Wasser oder Dampf. Der erforderliche Regelungsbaustein überwacht und regelt den Feuchtegehalt auf den erforderlichen Sollwert.

Jalousieklappen

Absperr- oder Umluftklappen im Zuluft- oder Abluftweg verschließen oder lenken Luftströme im Gerät. Der erforderliche Regelungsbaustein überwacht und steuert den elektrischen Antrieb der Klappen.

3. Normativer und verordnungsrechtlicher Hintergrund:

Eine verordnungsrechtliche Anforderung zum Thema Regelung von RLT-Geräten formuliert sich aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) im Zusammenhang mit der Anforderung bezüglich wiederkehrender energetischer Inspektionen und einem Gebäude-Energiemonitoring. Vergleichbare Anforderungen existieren auch in anderen Europäischen Ländern. Weitere Anforderungen kommen aus der Ökodesign-Richtlinie EU 1252/2014 für Lüftungsgeräte und der aktuellen europäischen Gebäuderichtlinie (EPBD).

Auszug GEG (Gebäudeenergiegesetz) Version 2024

Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz GEG)

Im Zusammenhang mit einer wiederkehrenden energetischen Inspektion ist es möglich, durch Monitoringfunktionen innerhalb der Regelung, den Aufwand für die Inspektionen deutlich zu reduzieren.

Auszug aus dem aktuellen GEG:

§ 74 Betreiberpflicht

(1) Der Betreiber von einer in ein Gebäude eingebauten Klimaanlage mit einer Nennleistung für den Kältebedarf von mehr als 12 Kilowatt oder einer kombinierten Klima- und Lüftungsanlage mit einer Nennleistung für den Kältebedarf von mehr als 12 Kilowatt hat innerhalb der in § 76 genannten Zeiträume energetische Inspektionen dieser Anlage durch eine berechtigte Person im Sinne des § 77 Absatz 1 durchführen zu lassen.

(2) ...

(3) Im Falle eines Nichtwohngebäudes **entfällt die Pflicht** nach Absatz 1,

1. wenn das Gebäude mit einem System für die Gebäudeautomation und Gebäuderegelung nach § 71a Absatz 5 ausgestattet ist

§ 71a Gebäudeautomation

(1) Ein Nichtwohngebäude mit einer Nennleistung der Heizungsanlage oder der kombinierten Raumheizungs- und Lüftungsanlage von mehr als 290 Kilowatt muss bis zum Ablauf des 31. Dezember 2024 mit einem System für die Gebäudeautomatisierung und -steuerung nach Maßgabe der Absätze 2 bis 4 ausgerüstet werden.

Satz 1 ist auch für ein Nichtwohngebäude mit einer Nennleistung für eine Klimaanlage oder eine kombinierte Klima- und Lüftungsanlage von mehr als 290 Kilowatt anzuwenden.

(2) Zur Erfüllung der Anforderung nach Absatz 1 muss ein Nichtwohngebäude mit digitaler Energieüberwachungstechnik ausgestattet werden, mittels derer

1. eine kontinuierliche Überwachung, Protokollierung und Analyse der Verbräuche aller Hauptenergieträger sowie aller gebäudetechnischen Systeme durchgeführt werden kann,
2. die erhobenen Daten über eine gängige und frei konfigurierbare Schnittstelle zugänglich gemacht werden, sodass Auswertungen firmen- und herstellerunabhängig erfolgen können,
3. Anforderungswerte in Bezug auf die Energieeffizienz des Gebäudes aufgestellt werden können,
4. Effizienzverluste von gebäudetechnischen Systemen erkannt werden können und
5. die für die Einrichtung oder das gebäudetechnische Management zuständige Person über mögliche Verbesserungen der Energieeffizienz informiert werden kann.
6. ...

(3) Neben der Anforderung nach Absatz 2 muss ein zu errichtendes Nichtwohngebäude

1. mit einem System für die Gebäudeautomatisierung entsprechend dem Automatisierungsgrad B nach der DIN V 18599-11: 2018-09* oder besser ausgestattet sein und
2.

Bei der Ausstattung des Systems für die Gebäudeautomatisierung nach Satz 1 Nummer 1 muss sichergestellt sein, dass dieses System die Kommunikation zwischen miteinander verbundenen gebäudetechnischen Systemen und anderen Anwendungen innerhalb des Gebäudes ermöglicht und gemeinsam mit anderen Typen gebäudetechnischer Systeme betrieben werden kann, auch bei unterschiedlichen herstellereigenen Technologien, Geräten und Herstellern ...

Eine energetische Inspektion an einem Lüftungsgerät verursacht Kosten in einer Größenordnung zwischen 1.000 € und 3.000 € je Gerät – und das wiederkehrend alle 10 Jahre. Diese Kosten wären in Verbindung mit einer oben beschriebenen geeigneten Regelungstechnik deutlich reduzierbar.

Ein gefordertes Energiemonitoring auf Gebäudeebene schließt den Energiebedarf des Lüftungsgerätes mit ein. Insofern sollten die einzelnen Energieströme aus dem Lüftungsgerät im Detail über die Geräteregelelung abrufbar sein (s. auch Kapitel Monitoring).

Die DIN V 18599-11 beschreibt regelungstechnische Mindestausstattungen für die Ermittlung des Gebäudeenergiebedarfes. Anforderungen bestehen hinsichtlich Luftvolumenstromregelung (konstant, zeitabhängig oder bedarfsabhängig) und der Luftaufbereitung (Feuchteregelelung und Regelung in Abhängigkeit der Kühllast). Diese haben Einfluss auf den errechneten Nachweis zum Energiebedarf des Gebäudes und sind in die Klassen A bis D eingeteilt.

Durch die Überführung des aktuellen Gebäudeenergiegesetzes in ein neues Gebäudemodernisierungsgesetz (GModG) im Jahr 2026 können sich ggf. Anforderungen an Monitoringfunktionen verändern.

Anforderungen aus der Ökodesign-Richtlinie EU1253 / 2014 (umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsgeräten)

Während in der noch aktuellen Version 2014 lediglich eine Drehzahlregelung für Ventilatoren und eine Filterüberwachung verpflichtend war, wird es in Zukunft weitere Optionen für eine mit dem Gerät mitzuliefernde Regeleinrichtung geben.

Über besondere Regelfunktionen innerhalb der mitzuliefernden Regelung ist es möglich, einen Bonus für den max. zulässigen Strombedarf in Anspruch zu nehmen. Damit kann das Lüftungsgerät im Querschnitt ggf. etwas kleiner dimensioniert werden.

Der Bonus auf den Strombedarf setzt sich zusammen aus speziellen Regelungsmöglichkeiten für den Luftvolumenstrom sowie zusätzlichen Monitoring-Funktionen. Dieses Verfahren kommt frühestens im Jahr 2028 mit der Verabschiedung der kommenden Ökodesign-Richtlinie zum Einsatz. Es empfiehlt sich bei langfristigen Lüftungsplanungen, diese neuen Anforderungen bereits mit einzuplanen. Die Gerätehersteller können jederzeit über den Stand dazu Auskunft geben.

Anforderungen aus der EPBD (04/2024) – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Ein Monitoring zum Energieverbrauch in größeren Nichtwohngebäuden wird verpflichtend.

Auszug aus EPBD:

(9) Die Mitgliedstaaten legen Anforderungen fest, um sicherzustellen, dass — sofern dies technisch und wirtschaftlich realisierbar ist — Nichtwohngebäude folgendermaßen mit Gebäudeautomations- und -steuerungssystemen ausgestattet werden:

- *bis zum 31. Dezember 2024 in Nichtwohngebäuden mit einer effektiven Nennleistung für Heizanlagen, Klimaanlage, kombinierte Raumheizungs- und Lüftungsanlagen oder kombinierte Klima- und Lüftungsanlagen von über 290 kW;*
- *bis zum 31. Dezember 2029 in Nichtwohngebäude mit einer Nennleistung für Heizungsanlagen, Klimaanlage, kombinierte Raumheizungsanlagen und Lüftungsanlagen oder kombinierte Klima- und Lüftungsanlagen von mehr als 70 kW.*

(10) Die Systeme für die Gebäudeautomatisierung und -steuerung müssen in der Lage sein,

- *den Energieverbrauch kontinuierlich zu überwachen, zu protokollieren, zu analysieren und dessen Anpassung zu ermöglichen;*
- *Benchmarks in Bezug auf die Energieeffizienz des Gebäudes aufzustellen, Effizienzverluste von gebäudetechnischen Systemen zu erkennen und die für die Einrichtungen oder das gebäudetechnische Management zuständige Person über mögliche Verbesserungen der Energieeffizienz zu informieren;*
- *die Kommunikation zwischen miteinander verbundenen gebäudetechnischen Systemen und anderen Anwendungen innerhalb des Gebäudes zu ermöglichen und gemeinsam mit anderen Typen gebäudetechnischer Systeme betrieben zu werden, auch bei unterschiedlichen herstellereigenen Technologien, Geräten und Herstellern;*
- *bis 29. Mai 2026, die Raumklimaqualität zu überwachen.*

Die Umsetzung der Anforderungen aus der EPBD erfolgt in Deutschland in einem Update zum Gebäudeenergiegesetz (zukünftig Gebäudemodernisierungsgesetz GModG).

4. Beschreibung zu gesamtheitlichen Regelfunktionen eines Lüftungszentralgerätes

Funktion Lüftungscontroller

Die Regeleinheit einer Lüftungsanlage ist der zentrale Baustein in einer Lüftungsanlage, die alle Funktionen miteinander verbindet. Diese ist üblicherweise Bestandteil des Schaltschranks zur elektrischen Versorgung des Lüftungsgerätes.

Der Regler erfasst über die angeschlossene Sensorik die Zustände der Anlage. Temperaturen, Feuchte, Luftvolumenströme, Drücke und weitere Datenpunkte. Diese werden gemessen und anschließend verarbeitet.

Mit Hilfe dieser Messwerte werden in der Regeleinheit integrierte Regelkreise und logische Funktionen hinterlegt, die die Komponenten auf die gewünschten Sollwerte und Zustände einregeln bzw. steuern.

Klassisch wird von einem Soll-Ist-Vergleich gesprochen. Der erfasste Sensorwert bildet den Istwert und der Sollwert ergibt sich durch Vorgabe oder Berechnung als Zielgröße für den jeweiligen Regler.

Zusätzlich sorgen eine Sicherheitsüberwachung und Havarie-Funktionen in der Regelungseinheit für einen sicheren und komponentenschonenden Betrieb der Lüftungsanlage. Ebenfalls ermöglicht diese eine Kommunikation zu einem Gebäudeleitsystem, entweder über konventionelle Signale, wie Freigabe, Betriebs- oder Störmeldung oder über Busprotokolle, wie z. B. BACnet oder Modbus.

Zur Bedienung stehen Bedienelemente in verschiedenen Ausführungen zur Interaktion mit dem Regler zur Verfügung – ein sogenanntes HMI (Human Machine Interface). In einfachster Form über einen Schalter bis hin zu einem Touchpanel mit einer Anlagenvisualisierung. Eine Erweiterung dessen sind Fernwartungssysteme, die sowohl eine Bedienung als auch meist ein Monitoring der Anlage ermöglichen.

Es gibt vielfältige Regelstrategien für die Zulufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftmengen und Luftqualität. Diese orientieren sich an der Nutzung des Lüftungsgerätes und erfordern eine darauf angepasste Sensorik, die sich in der Art, Anzahl und Platzierung im Luftweg unterscheidet.

Mögliche Temperatur-Regelstrategien

Reine Zuluft-Regelung

Die Zuluft-Temperatur wird stetig mit dem Temperatur-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt. Diese Regelstrategie regelt auf Basis eines Temperatursensors in der Zuluft eine konstante Zuluft-Temperatur. Dabei werden Raumeinflüsse nicht berücksichtigt. Heizkörper oder Kühlflächen übernehmen die Regelung der Raum-Temperatur. Diese Nachteile kann man durch eine erweiterte Kaskadenregelung ausgleichen.

Zu-Abluft-Kaskaden-Regelung (Zuluft-Begrenzung)

Die Abluft-Temperatur wird stetig mit dem Temperatur-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt. Dazu wird ein Zuluft-Sollwert errechnet, der sich innerhalb der minimalen und maximalen Zuluft-Grenze befindet. Die Zuluft-Temperatur wird stetig mit dem errechneten Zuluft-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt. Diese Lösung ist sinnvoll bei Abluft aus mehreren Nutzungszonen.

Zuluft-Raum-Kaskaden-Regelung (Zuluft-Begrenzung)

Die Raum-Temperatur wird stetig mit dem Temperatur-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt. Dazu wird ein Zuluft-Sollwert errechnet, der sich innerhalb der minimalen und maximalen Zuluft-Grenze befindet. Die Zuluft-Temperatur wird stetig mit dem errechneten Zuluft-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt. Die Temperaturmessung erfolgt im Raum an einer dafür geeigneten Stelle.

Freie Nachtkühlung

Ist die Lüftungsanlage aus (= Standby) wird überprüft, ob die Raum-Temperatur im Sommer durch Nutzung kühlerer Außen-Temperatur gesenkt werden kann. Dazu startet die Anlage automatisch mit einer einstellbaren Ventilator-Stufe. So lange, bis der Raum-Sollwert erreicht wird.

Kälte-Rückgewinnung

Das WRG-System wird im Kühlfall, unterstützend zum Hauptkühler, als Kälte-Rückgewinnung auf volle Leistung geschaltet. Wenn Abluft- und Raum-Temperatur als Messwert zur Verfügung stehen, wird immer die Abluft-Temperatur bevorzugt verwendet.

Bei allen Regelstrategien ist darauf zu achten, dass statische Heizflächen und/oder weitere Kühlaggregate nicht gegen die Temperaturregelung des Lüftungsgerätes arbeiten. Sinnvollerweise arbeiten alle Systeme auf den gleichen Sollwert.

Mögliche Feuchte-Regelstrategien

Die nachfolgend beschriebenen Regelstrategien gelten für die Funktionen Be- und Entfeuchten.

Reine Zuluft-Regelung

Die Zuluft-Feuchte wird stetig mit dem Feuchte-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt. Diese Regelstrategie berücksichtigt im Vergleich zu den nachfolgend beschriebenen Möglichkeiten keine Einflüsse aus den Nutzungszonen. Der Feuchtesensor befindet sich in der Zuluft.

Reine Abluft-Regelung

Die Abluft-Feuchte wird stetig mit dem Feuchte-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt.

Reine Raum-Regelung

Die Raum-Feuchte wird stetig mit dem Feuchte-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt.

Zuluft-Abluft-Kaskaden-Regelung (Zuluft-Begrenzung)

Die Abluft-Feuchte wird stetig mit dem Feuchte-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt. Dazu wird ein Zuluft-Sollwert errechnet, der sich innerhalb der minimalen und maximalen Zuluft-Grenze befindet. Die Zuluft-Feuchte wird stetig mit dem errechneten Zuluft-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt.

Zuluft-Raum-Kaskaden-Regelung (Zuluft-Begrenzung)

Die Raum-Feuchte wird stetig mit dem Feuchte-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt. Dazu wird ein Zuluft-Sollwert errechnet, der sich innerhalb der minimalen und maximalen Zuluft-Grenze befindet. Die Raum-Feuchte wird stetig mit dem errechneten Zuluft-Sollwert verglichen und bei einer Abweichung ausgeregelt.

Frischlufzufuhr erhöhen

Die Frischlufzufuhr wird in Abhängigkeit der Raum-/Abluft-Feuchte angepasst. Diese Regelstrategie ist ein Sonderfall und wird in der Regel verwendet, um feuchtebelastete Räume zu entfeuchten. Eine typische Anwendung dafür sind Lüftungsgeräte in Schwimmbädern.

Luftmengen Bedarfs-Regelstrategie

Zeitprogramm

Über ein Zeitprogramm wird eine Freigabe für den zu belüftenden Bereich vorgegeben. Durch verschiedene Temperatur-Sollwerte (Tag / Nacht) und verschiedene Luftwechselraten kann detailliert auf die Raumbelastung eingegangen werden.

Präsenzschtaltung

Über eine Präsenzschtaltung wird eine Anwesenheit im zu belüftenden Bereich detektiert. Durch verschiedene Schaltstufen können verschiedene Luftwechselraten eine detaillierte Raumbelastung detektieren. Häufig wird die Präsenzschtaltung mit einem Nachlauf ergänzt, um zu häufige Schaltintervalle zu vermeiden.

Die Präsenzschtaltung kann z. B. erfolgen durch:

- Präsenzmelder (Bewegungsmelder) (z. B. in Toiletten)
- Hygrostat (z. B. in Duschräumen)
- Hand-Schalter / Stufenschalter (z. B. bei Küchen)
- Raum-Bedienelemente (z. B. in Konferenzräumen)
- bauseitige potentialfreie Kontakte (z. B. durch Produktionsmaschinen)

Luftqualität-Regelstrategie

Frischlufanteil erhöhen

Der Frischlufanteil wird z. B. über eine Umluftklappe in Abhängigkeit der Raum-/Abluft-Qualität angepasst. Dadurch verändert sich der Außenluftanteil, ohne die Gesamtluftmenge zu beeinflussen.

Frischlufzufuhr erhöhen

Die Frischlufzufuhr wird über die Ventilatorleistung in Abhängigkeit der Raum-/Abluft-Qualität angepasst. Hierbei sind die Luftmengen variabel.

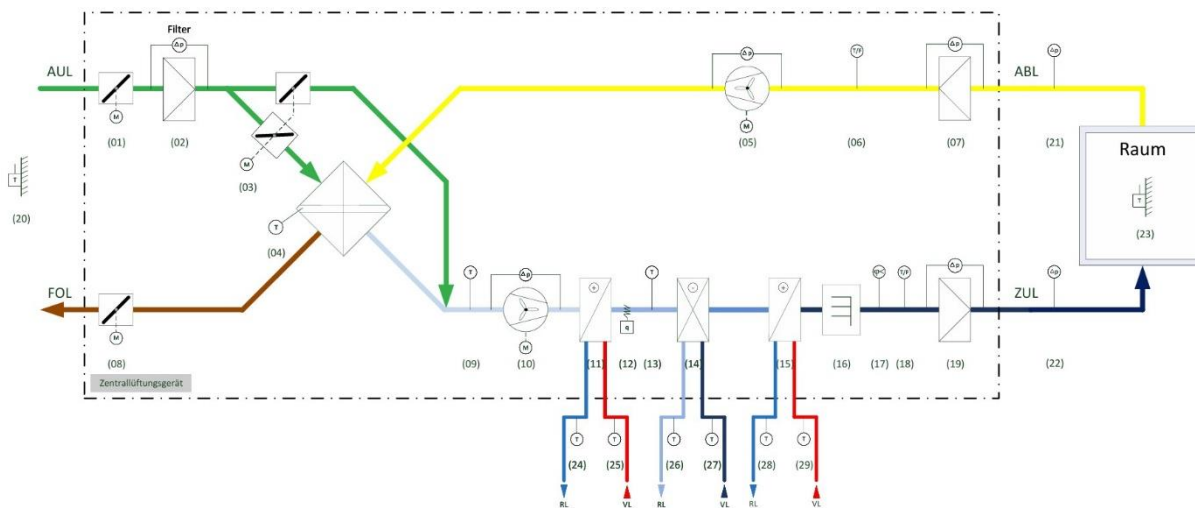
Variable Luftmengen können gegenüber der Version mit einer Umluftklappe deutlich mehr Energie einsparen.

Fühlerplatzierung

Die Platzierung der Sensoren für Temperatur, Feuchte, Luftqualität usw. ist für eine gute Regelfunktion besonders wichtig. Nachfolgend einige grundsätzliche Empfehlungen, an welcher Stelle die o. g. Sensoren vorzugsweise anzuordnen sind:

- Außenluft-Temperaturfühler sollen im Betrieb immer die echte Außentemperatur messen können und sollten damit vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt sein. Für Funktionen, wie z. B. freie Nachtkühlung, Frostschutz im Winter, soll der Außenluftfühler auch in Geräte-Stillstandzeiten die echte Außenlufttemperatur erfassen können.
- Raumfühler sollten an einer repräsentativen Stelle im Raum angeordnet sein.
- Feuchtefühler in Zuluft-Luftleitungen benötigen eine ausreichende Anströmstrecke.
- Temperaturfühler innerhalb des Lüftungsgerätes sollen, sofern eine stärkere Temperaturschichtung zu erwarten ist, einen Mittelwert erfassen können.
- Rauchmelder sind gem. örtlicher Brandschutzvorschriften und Herstellervorgaben im Zuluft-Luftbereich und/oder Ablufteintritt zum RLT-Gerät anzuordnen.
- Für Strömungswächter, sofern im Einzelfall in gewerblichen Küchen oder bei Elektroheizregistern erforderlich, ist eine Platzierung zu wählen, die auch bei variablen Luftvolumenströmen einen zuverlässigen Wert liefert.

Schema 1: Typisches Regelschema einer Vollklimaanlage



Legende

(1) Außenluftklappe	(16) Befeuchter
(2) Außenluftfilter	(17) Sicherheits-Hygrostat nach Befeuchter
(3) ERG-Klappe/Bypassklappe	(18) Zuluft-Temperatur /-Feuchtesensor
(4) ERG-Vereisungsschutzfühler	(19) Zuluftfilter
(5) Abluftventilator	(20) Außenluft-Temperatursensor
(6) Ablftsensor (Temperatur + Feuchte)	(21) Abluft-Kanaldrucksensor
(7) Abluftfilter	(22) Zuluft-Kanaldrucksensor
(8) Fortluftklappe	(23) Raum-Temperatursensor
(9) Temperatursensor n. ERG-System	(24) Heizregister Rücklauftemperatur
(10) Zuluftventilator	(25) Heizregister Vorlauftemperatur
(11) Heizregister (Vorerhitzer)	(26) Kühlregister Rücklauftemperatur
(12) Frostschutzthermostat	(27) Kühlregister Vorlauftemperatur
(13) Zuluft-Temperatursensor	(28) Heizregister Rücklauftemperatur
(14) Kühlregister	(29) Heizregister Vorlauftemperatur
(15) Nachheizregister	

Schaltschrank

Schaltschränke für RLT-Geräte können in unterschiedlichen Ausführungen geliefert werden. Klassisch sind stehende oder wandhängende Schaltschränke, die sich üblicherweise im Technikraum befinden. Bei außen auf dem Dach aufgestellten Geräten können Schaltschränke in RLT-Geräte integriert oder am RLT-Gerät angebaut werden. Das erleichtert die Verkabelung zu den Sensoren und Aktoren. In Kompaktgeräten sind Schaltschränke integriert und, sofern es der Lieferumfang ermöglicht, komplett verdrahtet und geprüft.



Abbildung 1: Schaltschrank in wandhängender Ausführung



Abbildung 2: Schaltschrank am RLT-Gerät angebaut



Abbildung 3: Schaltschrank im RLT-Gerät integriert

Auf Grund unterschiedlicher Installationsorte müssen Schaltschränke die dafür geeignete IP-Schutzklasse (z. B. IP44 oder IP54) aufweisen. Bei Außenaufstellung empfiehlt sich eine Schaltschrankheizung sowie eine Schaltschrankbelüftung. Schaltschränke sollten im Außenbereich so angeordnet sein, dass sie möglichst vor zusätzlicher Erwärmung durch Sonneneinstrahlung geschützt sind.

Die Kabeleinführungen bei Außenaufstellung von Schaltschränken sollten idealerweise zugentlastet von unten erfolgen. Gleiches gilt für Verkabelungen bei außen am RLT-Gerät angebauten Elektrobauteilen. Verwendetes Installationsmaterial muss für die auftretenden Umweltbedingungen (Temperaturen, UV-Strahlung usw.) geeignet sein. Die Verdrahtung im Schaltschrank sollte immer in Kabelführungskanälen erfolgen.

Eine lokale Vorrangbedienebene ist ein individueller Kundenwunsch und üblicherweise nicht Bestandteil von Standard-Schaltschränken. Bei einem Reglerausfall können damit die wichtigen Aktoren übersteuert werden und manuell bedient werden. Aufgrund der Komplexität im Zusammenspiel der verschiedenen Bauteile in einem RLT-Gerät erfordert eine Bedienung dieser Handebene im Störfall ein dafür geschultes Personal. Es empfiehlt sich den manuellen Eingriff für den Bediener sichtbar zu machen.

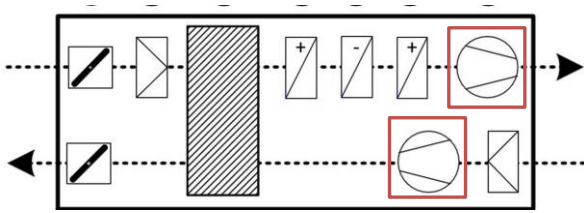
Die Bedienung der Geräteregelelung kann im Schaltschrank erfolgen – mit dem Nachteil, dass es nur von Elektrofachkräften oder elektrisch unterwiesenenem Personal zugänglich sein darf. Deshalb empfiehlt sich das Reglerdisplay abgesetzt in der Schaltschranktüre, alternativ abgesetzt im Technikraum, oder über die Gebäudeleittechnik zu realisieren.

Ein gut zugängliches sichtbares Bediendisplay erleichtert die Anpassung von Einstellwerten und Zeitplänen und zeigt Störungen in der Anlage an.

Schaltschränke verfügen über eine eigenständige oder über eine mit dem RLT-Gerät verbundene CE-Erklärung.

5. Regelungstechnische Komponenten

5.1. Ventilatoren



In den Regelbausteinen unterscheidet man zwischen einer einfachen Steuerung der Ventilator Drehzahl und einer variablen Volumenstromregelung in den einzelnen Luftwegen.

Ventilatorsteuerungen

stufige Steuerung

Ein Ventilator wird über eine Stufenschaltung mit festgelegten Drehzahlen betrieben. Diese Art der manuellen Steuerung erfolgt z. B. in Lüftungsgeräten für gewerbliche Küchen mittels Fernbedienung durch die Nutzer. Auch einfache manuell einschaltbare Tag- bzw. Nachtluftmengen lassen sich damit realisieren.

stufenlose Steuerung

Ein Ventilator wird stufenlos manuell angesteuert und es kann eine beliebige Drehzahl zwischen min. und max. eingestellt werden. Bei Lüftungsgeräten findet diese Art der Ansteuerung der Luftmengen üblicherweise keine Anwendung. Bei einer manuellen Steuerung erfolgt keinerlei Rückmeldung vom Ventilator, welchen Betriebszustand er aktuell einnimmt bzw. welche Luftmenge aktuell gefördert wird.

Ventilatorregelungen

Volumenstromregelung

Ist ein Kanalnetz unter konstanten Bedingungen ausgelegt, können die Ventilatoren der Lüftungsanlage mit einer Volumenstromregelung betrieben werden. Ein entsprechender Luftwechsel zur erforderlichen Durchlüftung der Räume wird bereits bei der Planung festgelegt und in den Sollwerten in der Regelung hinterlegt.

Optional kann bei Bedarf zusätzliche eine Sensorik für CO_2 , VOC, Feuchte und/oder Temperatur in die Regelung eingebunden werden und damit Einfluss auf den Volumenstrom nehmen. Hierzu werden in der Regelung der min. und max. Volumenstrom hinterlegt. Die Regelung bestimmt daraus in Abhängigkeit der Sensorik, welcher Volumenstrom aktuell erforderlich ist. Hierfür erforderlich ist ein Drucksensor an den Ventilatordüsen zur stetigen Messung der Luftvolumenströme.

Externe Einflüsse können nur im gesamten Luftvolumenstrom erfasst werden. Unterschiede in einzelnen Nutzungszonen können hierbei nicht ausgeregelt werden. Häufige Anwendung für diese Art der Ventilatorregelung sind Sportstätten und Versammlungsstätten und Anwendungen, bei denen die Abluft weitgehend aus einer Nutzungszone kommt.

Kanaldruckregelung

In größeren Luftkanalnetzen, an denen mehrere Räume angeschlossen sind, ist es ggf. sinnvoll, nicht dauerhaft alle Räume gleichermaßen zu belüften. Der Einsatz von Volumenstromreglern und/oder Absperrklappen trennen die nicht zu belüftenden ab oder reduzieren den Luftvolumenstrom für die einzelnen Zonen und ermöglichen über eine Kanaldruckerfassung die Anpassung des Luftvolumenstromes. Dafür sind Druckmessumformer im Bereich Luftkanalanschlüsse des RLT-Gerätes sowie Sensoren für die Luftqualität in den einzelnen Zonen erforderlich.

Die Lüftungsgeräterege lung sorgt für eine vorgegebene Luftbilanz zwischen Zuluft- und Abluftmenge.

Ventilator-Bauformen

Zur Förderung der Luft in RLT-Geräten stehen Ventilatoren unterschiedlicher Ausführungen zur Verfügung.

Gehäuseventilatoren und freilaufende Räder mit Standard-Normmotoren finden sich häufig in industriellen Anwendungen und bei Luftleitungssystemen mit hoher Druckerhöhung. Der Antrieb kann alternativ über einen Normmotor als Direktantrieb oder über Keilriemen bei Gehäuseventilatoren erfolgen. In diesem Fall erfolgt die Drehzahlanpassung über einen Frequenzumrichter, der extern ansteuerbar ist und zusätzlich über ein Bussystem eine Vielzahl elektrischer Daten bereitstellen kann.

EC-Ventilatoren werden wegen ihrer kompakten Bauform in vielen vorzugsweise kleineren Lüftungsgeräten eingesetzt. Die enthaltenen EC-Ventilatoren arbeiten mit einer eigenen integrierten Elektronik. Diese Ventilatoren lassen sich in der Drehzahl direkt ansteuern. Über Integration in ein Bussystem lässt sich eine Vielfalt von Steuerungs- und Überwachungsfunktionen lösen. Bussysteme setzen sich auch hier immer mehr durch.

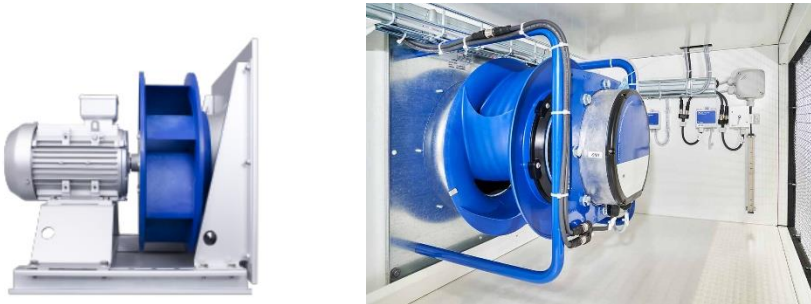


Abbildung 4: Ventilatorbauarten (Quelle: Ziehl Abegg)

Hervorzuheben ist, dass bei allen Ventilatorbauarten eine einfach umzusetzende Luftvolumenstromerfassung möglich ist. Über einen Drucksensor wird ein Differenzdruck (häufig auch Wirkdruck genannt) gemessen, der über eine ventilatorspezifische Kenngröße in einen Luftvolumenstrom umgerechnet werden kann.

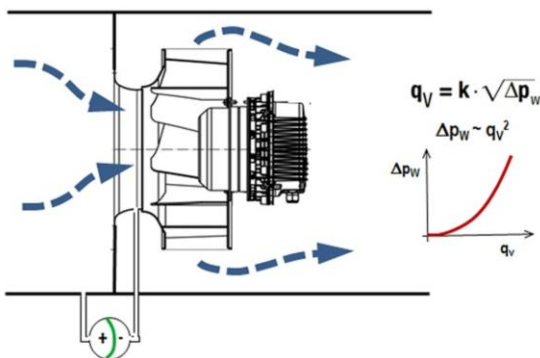
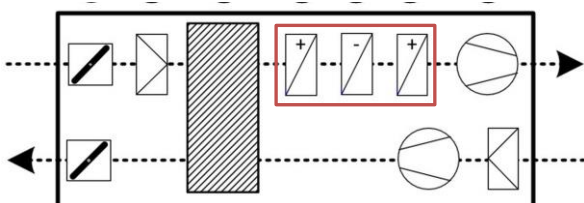


Abbildung 5: Wirkdruckmessung (Quelle: ebm papst)

Ventilatoranordnungen in Form einer Fan-Wall erfordern darauf abgestimmte Steuerungs- und Luftmengen-Erfassungskonzepte. Gleiches gilt für die Erfassung von Ventilatorstörungen.

5.2. Wärmeübertrager (Erhitzer/Kühler)



Regelungsbeschreibung Lufterhitzer (PWW) und Luftkühler (PKW)

Systemübersicht

Beide Komponenten – der Lufterhitzer und der Luftkühler – sind in ein Lüftungssystem integriert, um die Lufttemperatur in der Zuluft zu beeinflussen. Während der Lufterhitzer die Zuluft erwärmt, wird durch den Luftkühler diese abgekühlt und/oder entfeuchtet.

Die Temperaturregelung wird über ein Regelventil im Hydraulikkreis realisiert, mit dem entweder die Medientemperatur oder die Durchflussmenge verändert wird. Die Regelungsart ist abhängig von der hydraulischen Schaltung.

Hydraulische Einbindung Erhitzer/Kühler

Der Erhitzer/Kühler im Lüftungsgerät wird über ein wasserführendes hydraulisches System (Heiz- oder Kühlkreis) mit Energie aus einem Wärme- bzw. Kälteerzeuger versorgt. Dieses System besteht aus einem Vor- und Rücklauf, welche am Register im Lüftungsgerät angeschlossen werden. In der Regel erfolgt der Anschluss im Gegenstromprinzip, d. h. die Vorlaufleitung wird in Luftrichtung mit dem letzten Anschluss am Erhitzer verbunden.

Um den einwandfreien Betrieb des Systems zu gewährleisten, ist es notwendig, in Abhängigkeit von Wärmequelle, Medientemperatur und Verteilnetz, die geeignete hydraulische Schaltung zu wählen. Die Einbindung ins hydraulische Gesamtsystem liegt in der Verantwortung des Anlagenerrichters, Planers und Bauherren und ist immer mit dem Regelungslieferanten abzustimmen.

Ein besonders energiesparender Betrieb im Zusammenspiel mit einem Wärme- oder Kälteerzeuger bedarf einer direkten Kommunikationsschnittstelle zwischen Erzeuger und Verbraucher.

Je nach Platzierung der Wärmeübertrager im Luftweg und Aufstellort ist eine Frostschutzschaltung vorzusehen. Details dazu finden sich im Kapitel Frostschutz.

Nachfolgend sind Grundsaltungen für den Anschluss des Lufterhitzers und Luftkühlers dargestellt, wobei je nach Anwendung einzelne hydraulische Schaltungen zu bevorzugen sind:

Auswahltabellen hydraulische Grundsaltungen (Quelle: Belimo):

Tabelle 1: Übliche Schaltungen

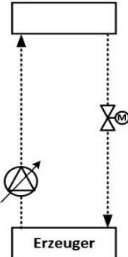
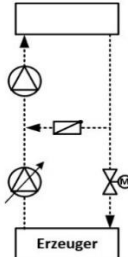
Übliche Schaltungen		
Schaltungsart	Drosselschaltung	Einspritzschaltung mit 2-Weg-Ventil
	Verbraucher	Verbraucher
Symbol		
Verteilerart	Druckbehaltet	
VL Temperatur Verbraucher	VL _{Erzeuger}	Variabel
Durchfluss am Verbraucher	Variabel	Konstant
Pumpen	Erzeugerpumpe	Erzeuger- und Verbraucherpumpe
Übliche Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> – Wärmetauscher – Luftkühler mit Entfeuchtung → Nicht für Vorerhitzer (Frostgefahr) 	<ul style="list-style-type: none"> – Lufterhitzer – Luftkühler ohne Entfeuchtung
Druckunabhängige Lösungen	Beim Einsatz von druckunabhängigen Lösungen ist die Anlage im Volllast- und Teillastfall immer perfekt abgeglichen.	
Druckabhängige Lösungen und Auslegungshinweis	Bei mehreren Verbrauchern ist ein hydraulischer Abgleich mit Einstell-, und Drosselarmaturen (Regulierventilen) erforderlich. → Anlage ist nur für den Volllastbetrieb abgeglichen!	
	$\Delta p_{v100} = \text{min. } 3 \text{ kPa}$ für Vorlauftemperaturregulierungen und $\Delta p_{v100} = \text{min. } 10 \text{ kPa}$ für RLT-Anwendungen	
Bemerkung		Wirkt wie eine Beimischschaltung, jedoch mit Erzeugerpumpe.

Tabelle 2: Übliche Schaltungen

Übliche Schaltungen		
Schaltungsart	Beimischschaltung	Beimischschaltung mit fester Vormischung
	Verbraucher	Verbraucher
Symbol		
Verteilerart	Drucklos bzw. druckarm	
VL Temperatur Verbraucher	Variabel	Variabel
Durchfluss am Verbraucher	Konstant	Konstant
Pumpen	<u>Nur</u> Verbraucherpumpe	<u>Nur</u> Verbraucherpumpe
Übliche Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> – Lufterhitzer – Luftkühler ohne Entfeuchtung 	<ul style="list-style-type: none"> – Wenn die VL-Temperatur am Verbraucher deutlich tiefer ist als die VL-Temperatur am Erzeuger: z. B. Flächenheizung
Druckunabhängige Lösungen		
Druckabhängige Lösungen und Auslegungshinweis	$\Delta p_{v100} = \text{min. } 3 \text{ kPa}$ für Vorlauftemperaturregelungen und $\Delta p_{v100} = \text{min. } 10 \text{ kPa}$ für RLT-Anwendungen	
Bemerkung	Wenn im Auslegungsfall mehr als 25 % über das Tor B fließen, dann Beimischschaltung mit fester Vormischung.	

Tabelle 3: Seltene Schaltungen

Seltene Schaltungen		
Schaltungsart	Umlenkschaltung	Einspritzschaltung mit 3-Weg-Ventil
	Verbraucher	Verbraucher
Symbol		
Verteilerart	Druckbehaftet	
VL Temperatur Verbraucher	VL_{Erzeuger}	Variabel
Durchfluss am Verbraucher	Variabel	Konstant
Pumpen	Erzeugerpumpe	Erzeuger- und Verbraucherpumpe
Übliche Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> – Luftkühler mit Entfeuchtung – Lufterhitzer ohne Aussenluftanteil 	<ul style="list-style-type: none"> – Lufterhitzer – Luftkühler ohne Entfeuchtung
Druckunabhängige Lösungen		
Druckabhängige Lösungen und Auslegungshinweis	Bei mehreren Verbrauchern ist ein hydraulischer Abgleich mit Einstell-, und Drosselarmaturen (Reguliventilen) erforderlich. → Anlage ist nur für den Volllastbetrieb abgeglichen!	
	$\Delta p_{v100} = \Delta p$ Verbraucher	$\Delta p_{v100} = \text{min. } 3 \text{ kPa}$
Bemerkung	Wird fast nicht mehr eingesetzt; verursacht hohe Rücklauftemperaturen in Heizungsanwendungen.	

Frostschutzfunktionen für Heiz- und Kühlregister

Bei Außenlufttemperaturen unter dem Gefrierpunkt kann es bei Fehlfunktionen der Wärmeversorgung vorkommen, dass das Wasser im Heiz- oder Kühlregister einfriert und dieses beschädigt.

Um das zu vermeiden, gibt es mehrere Möglichkeiten:

Die gängigste Form des Schutzes gegen Einfrieren ist der Einbau einer regelungsseitigen Frostschutzfunktion. Hierbei wird luftseitig ein Frostschutzthermostat oder -fühler in Luftrichtung unmittelbar nach dem Heizregister eingebaut. Dieser überwacht die Lufttemperatur nach dem Wärmetauscher und aktiviert bei Unterschreitung eines Grenzwertes von z. B. 5-7 °C die Frostschutzfunktion.

Alternativ oder zusätzlich kann ein Fühler oder Thermostat auch in den Rücklauf unmittelbar am Austritt des Wärmeübertragers eingebaut werden. Man spricht hier von einem wasserseitigen Frostschutz. Auch in diesem Fall wird bei Unterschreitung eines Grenzwertes die Frostschutzfunktion aktiviert. Zu beachten ist, dass dafür ein Zwangsumlauf im Hydraulikkreislauf vorhanden sein muss.

Frostschutzfunktionen führen im ersten Schritt zum Abschalten der Lüftungsanlage mit Schließen der Außen- und Fortluftklappen. Zeitgleich versucht die Regelung Wärme aus dem Heizsystem für den Wärmeübertrager bereitzustellen.

Ohne direkt in die Regelung einzugreifen, kann durch eine Systemtrennung des Heiz-/Kühlkreises ein anlagentechnischer Frostschutz erfolgen.

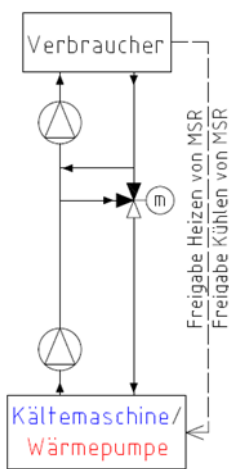
Bei wetterfesten Geräten bietet eine elektrische Zusatzheizung mit Thermostat die Lösung, um im Gerätestillstand in der Erhitzer-/Kühlerkammer die Umgebungstemperatur frostfrei zu halten.

Change-Over-Schaltung

Eine Kombination aus wassergeführtem Erhitzer und Kühler ist das „Change-Over-Register“. Hierbei wird ein gemeinsamer Wärmeübertrager in der Anlage sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen verwendet. Dabei wird ein gemeinsamer Anschluss an die Wärme- und Kälteversorgung vor dem eigentlichen Regelventil realisiert.

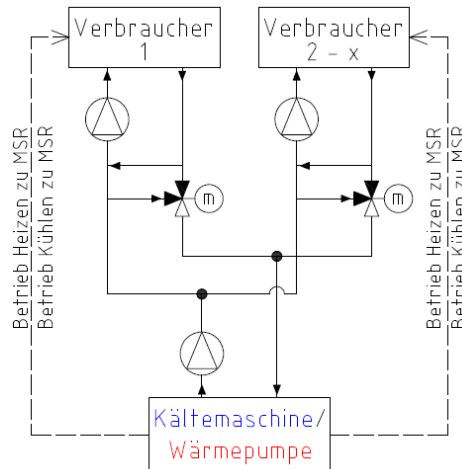
Mögliche hydraulische Einbindung eines „Change-Over-Registers“

Schema 2



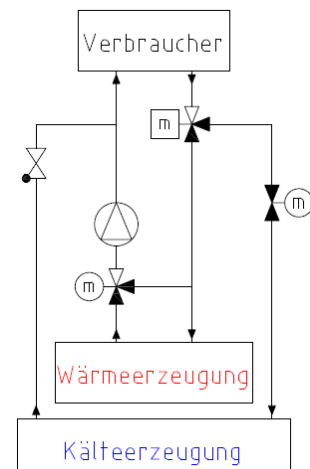
Das RLT-Gerät steuert die Erzeugerfunktionen.

Schema 3



Der Wärme- bzw. Kälteerzeuger steuert die Betriebsarten autark über die Außentemperatur.

Schema 4



Zwei getrennte Systeme für Wärme- und Kälteversorgung

Für kleine Leistungen sind 6-Wege-Ventile möglich.

Keine unterschiedlichen Medien (z. B. Glykol und Wasser) möglich

Verschiedene hydraulische Schaltungen in Abhängigkeit der Wärme- und Kälteerzeugung sind hier möglich. Eine häufige verwendete Lösung besteht darin, dass für die Energiezufuhr oft der gesamte Heiz- und Kühlkreis umgeschaltet wird, beispielsweise beim Betrieb mit einer Wärmepumpe.

Wichtig ist, dass die Umschaltung vom Heiz- in den Kühlbetrieb zentral an allen beteiligten Komponenten erfolgt. Entweder ist die Lüftungsregelung der Master und schaltet die Wärme- und Kälteversorgung um, oder das Wärme- und Kältenetz schaltet unabhängig von Heiz- in Kühlbetrieb. In diesem Fall muss diese Umschaltung an die Lüftungsregelung weitergemeldet werden. Eine weitere Möglichkeit ist eine Wärme- und Kälteversorgung über getrennte Wasserkreise (Vierleiter-Anschluss).

Bedingt durch die unterschiedlichen Varianten ist die Regelung und Hydraulik mit dem Regelungshersteller in der Planungsphase im Detail abzustimmen.

Die Temperaturregelung im Lüftungsgerät richtet sich wieder nach dem errechneten Temperatursollwert.

Elektrolufterhitzer

Die Zuluft in einem Lüftungsgerät kann nicht nur mit flüssigen Medien (Wasser, Sole, Öl) erwärmt werden, sondern auch mittels Elektrizität.

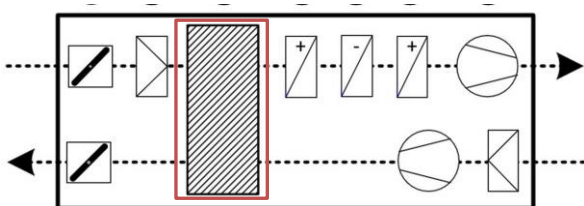
Dafür sind spezielle Elektrolufterhitzer notwendig, welche für den jeweiligen Anwendungsfall und auf eine spezifische Leistung dimensioniert werden. Sie werden in den Luftstrom eingebaut und erwärmen die Luft über einen offenen oder gekapselten Heizdraht. Diese Heizelemente werden mit Spannung versorgt und durch den Stromfluss und den Widerstand des Heizdrahtes erwärmt sich dieser. Dabei kann die Oberflächentemperatur auf mehrere hundert Grad ansteigen und der Draht zu glühen beginnen. Damit dies nicht zur Gefahr wird, sind einige Sicherheitsmechanismen im RLT-Gerät notwendig. Der Elektrolufterhitzer darf nur freigegeben werden, wenn eine geeignete Sicherheitskette (Überhitzungsschutz) dies zulässt.

Die Lufttemperatur wird durch Regelung der zugeführten elektrischen Leistung geregelt. Der einfachste Fall ist die stufenweise Schaltung einzelner Baugruppen (Heizstäbe) des Erhitzers. Da damit keine genaue Regelung möglich ist, hat sich die Leistungsregelung mittels Thyristoren (Stromventil) als Standardlösung durchgesetzt. Diese Leistungsregler werden vom Lüftungscontroller über ein stetiges Regelsignal, vergleichbar mit der Ansteuerung eines hydraulischen Regelventils, angesteuert.

Kältemittelverdampfer / Kondensator

Hierbei handelt es sich um eine Art der Lufterwärmung bzw. Luftkühlung, die durch spezielle Wärmeübertrager erfolgt, welche direkt mit Kältemittel betrieben wird. Der Verdampfer ist zuständig für die Kühlung und der Kondensator für die Lufterwärmung. Diese Bauteile sind über einen Kältemittelkreislauf mit einer Kältemaschine oder Wärmepumpe verbunden. Diese besondere Technik erfordert auf die Kältemaschine/Wärmepumpe abgestimmte Regelalgorithmen, die sehr stark herstellerbedingt sind. Auf eine detaillierte Erläuterung wird an dieser Stelle verzichtet. Besonders hinzuweisen ist auf die eingeschränkte Regelbarkeit dieses Systems sowie, im Falle eines Wärmepumpenbetriebes, auf die erforderliche Abtaufunktion, die die Bereitstellung von Wärmeenergie kurzzeitig unterbricht. Dabei kann es hinsichtlich der Zulufttemperatur zu Komforteinbußen kommen.

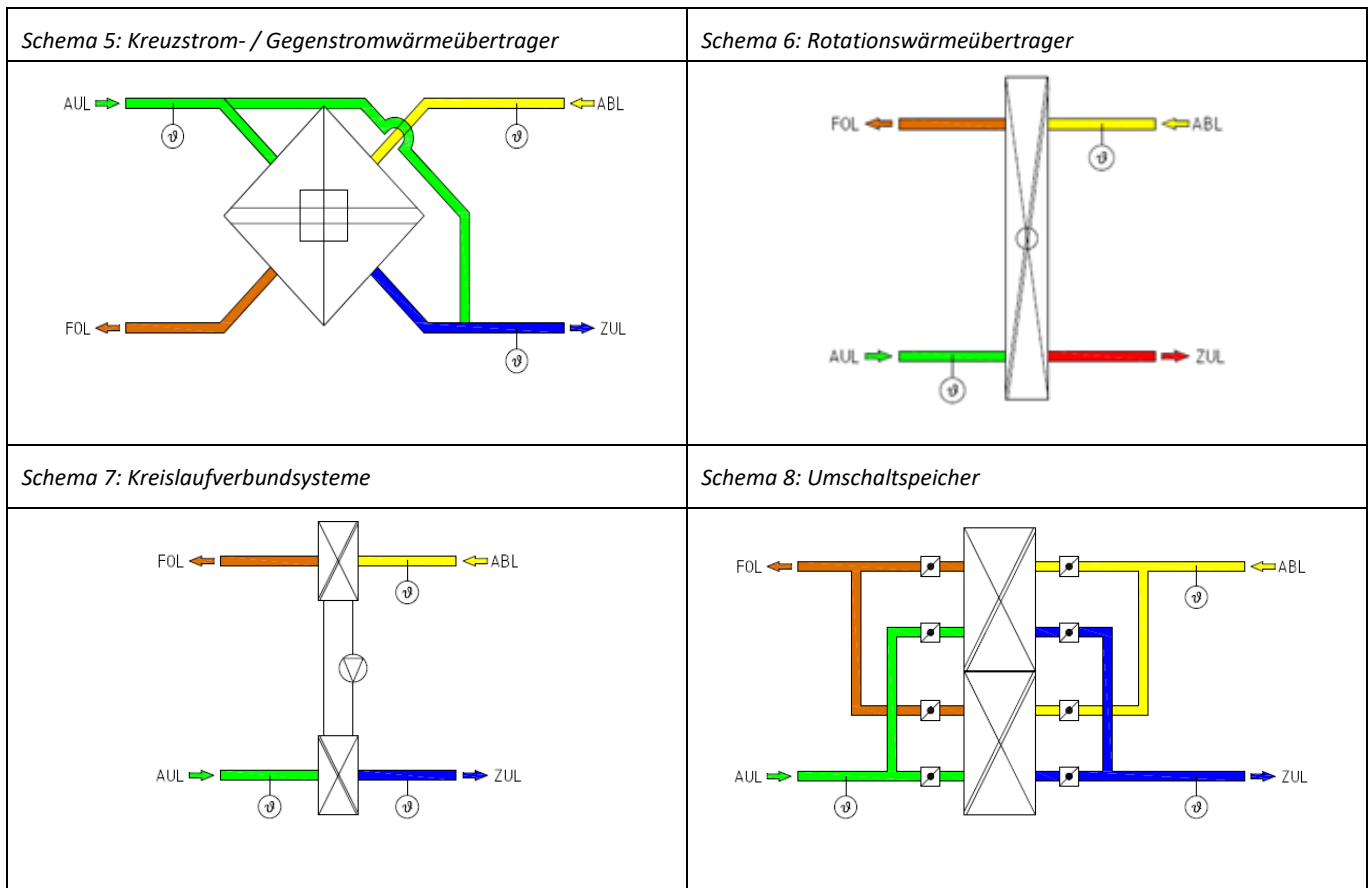
5.3. Energierückgewinnungssysteme



Die Energierückgewinnung (Wärmerückgewinnung und Kälterückgewinnung – ERG-Systeme) ist eine wesentliche Funktion in der Lüftungstechnik um Wärme- und Kälteenergie einzusparen und wird bei kombinierten Zuluft- und Abluftanlagen verpflichtend eingebaut.

Es existieren verschiedene Arten von Wärmerückgewinnungssystemen. Die Auswahl richtet sich nach Anwendungsfall, Platzbedarf, Aufstellungsmöglichkeiten und unterschiedlichen technischen Anforderungen.

Die Unterscheidung erfolgt in rekuperative Wärmerückgewinnung mit getrennten Stoffströmen (Kreuzstrom-, Gegenstrom-Wärmeübertrager und Kreislaufverbundsysteme) und regenerative Wärmerückgewinnung mit Wärmespeichermedium (Rotoren, Umschalt Speicher und Wärmepumpen). Für Kreislaufverbundsysteme gelten spezielle Zusammenhänge. Diese werden in der Regel über eigene Steuerungen als funktionelle Einheit realisiert. Ähnliches gilt für Energierückgewinnungen mit Wärmepumpen und Umschalt Speichern.



Da im Heiz- oder Kühlfall die möglichen Leistungen außentemperaturabhängig nicht ständig komplett benötigt werden, sind Funktionen zur Leistungsregelung innerhalb der Regelung integriert.

Tabelle 4: Grundfunktionen

Funktionen	Kreuzstrom-/Gegenstromwärmeübertrager	Rotationswärmeübertrager	Kreislaufverbundsysteme	Umschalt Speicher
Temperaturmessung für Betriebsartenauswahl	Außenluft, Abluft (an WRG-Eintritt) benötigt	Außenluft, Abluft (an WRG-Eintritt) benötigt	Außenluft, Abluft (bzw. WRG-Eintritt) Vorlauf, Rücklauf, Wasser- und Luftmengen	Außenluft, Abluft (an WRG-Eintritt) benötigt
Leistungsregelung	mittels stetig regelbarer Bypassklappe	über Rotordrehzahl	über Massestromanpassung im Trägermedium mit geregelten Pumpen und Ventilen Umlaufmenge an Luftbilanz anpassen	über Schaltzeit der Umschaltklappen
Vereisungsschutz bei hoher Abluftfeuchte	mittels stetig regelbarer Bypassklappe	In der Regel nicht benötigt	über Massestromanpassung am Abluftwärmeübertrager	nicht benötigt
Störungsüberwachung	über Leistung, Temperaturmessung oder Klappenrückmeldung möglich	Rotationsüberwachung	Pumpen-, Strömungsüberwachung, Systemdrucküberwachung im Solekreis	über Leistung, Temperaturmessung oder Klappenrückmeldung möglich

Tabelle 5: Mögliche erweiterte Funktionen

Funktionen	Kreuzstrom-/Gegenstrom-wärmeübertrager	Rotationswärme-übertrager	Kreislaufverbundsysteme	Umschalt Speicher
Anzeige Rückgewinnungs- grade	für eine Effizienzbeurteilung sind 3-Tempfühler für ZUL n. WRG, ABL, AUL erforderlich			
Anzeige übertragene Leistun- gen und Arbeit	Volumenstrommessung benötigt			

Vereisungsschutz

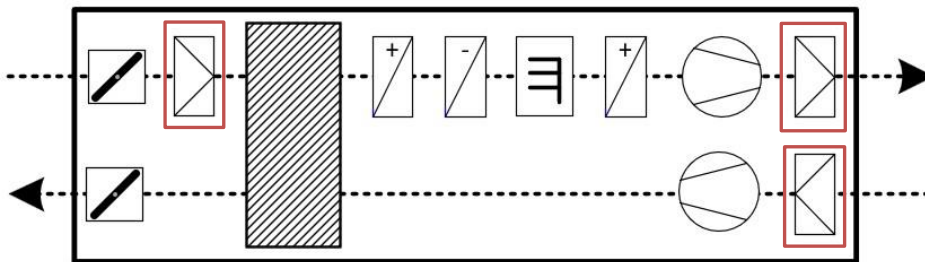
Bei Plattenwärmeübertragern und Kreislaufverbundsystemen ist im Heizfall in Abhängigkeit der Abluftfeuchte eine Vereisungsschutzfunktion zu berücksichtigen, welche ein Einfrieren der Wärmerückgewinnung im Abluftbereich verhindert. Bei feuchter Abluft (z. B. Abluft aus Küchenbereichen, Duschräumen oder bei aktiv befeuchteter Zuluft) und sehr niedriger Außenlufttemperatur geschieht das durch Kondensation der Feuchte in der Abluft an den Wärmeübertrager-Oberflächen. Die kondensierte Feuchte kann bei Außenlufttemperaturen unter null Grad Reif bilden und die Strömungswege blockieren. Die Leistung der Wärmerückgewinnung reduziert sich dadurch erheblich. Eine mögliche Vereisung ist für die Auslegung des nachfolgenden Erhitzers in dem oben beschriebenen Fall zu berücksichtigen.

Der Vereisungsschutz der Energierückgewinnung im Heizbetrieb bei erhöhter Abluftfeuchte wird über eine Begrenzung der Übertragungsleistung realisiert.

- **Drucksensor:** Ein Drucksensor regelt die WRG-Komponenten in Abhängigkeit des Nenn-Differenzdrucks. Steigt der Differenzdruck über den Grenzwert, wird über die Stellorgane die Leistung stetig reduziert.
- **Austrittstemperatur Abluftseite:** Die WRG-Komponenten werden über die WRG-Austrittstemperatur geregelt. Sinkt die Austrittstemperatur unter den eingestellten Grenzwert, wird über die Stellorgane die Leistung stetig reduziert.
- **Taupunkt berechnung** Vorlauftemperatur Abluft (nur Kreislaufverbundsysteme): Aus Ablufttemperatur und -feuchte wird der Taupunkt berechnet. Bei Außenlufttemperaturen < 0 °C wird die Vorlauftemperatur des Abluftwärmeübertragers über dem Taupunkt gehalten.
- **Druckschalter** (nicht empfohlen): Ein Druckschalter steuert die WRG-Komponenten in Abhängigkeit des Nenn-Differenzdrucks. Steigt der Differenzdruck über den Grenzwert, wird über die Stellorgane die Leistung reduziert.

Um ein sicheres Anfahren im Heizbetrieb bei niedrigen Außenlufttemperaturen zu realisieren und damit ein Auslösen des Frostschutzthermostaten zu verhindern, sind Anfahr-schaltungen zu berücksichtigen.

5.4. Filter



Jeder Partikelfilter verursacht im Lüftungsgerät einen Luftwiderstand, der mit Hilfe von Drucksensoren oder Druckschaltern gemessen wird und auf einen vorher festgelegten Grenzwert überprüft wird. Es empfiehlt sich jede Filterstufe einzeln auf seinen Druckverlust hin zu überwachen, da Austauschintervalle unterschiedlich sein können. Wenn der Druckverlust eines Filters einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet, wird eine Warnmeldung vom Controller ausgegeben. Diese Meldung signalisiert, dass die Filter verschmutzt sind und ausgetauscht werden sollten. Diese Meldung bleibt so lange im Datenspeicher erhalten, bis der oder die Filter erneuert werden. Diese Warnung ist als Warnhinweis zu verstehen und erfordert keine sofortigen Maßnahmen. Allerdings führt der erhöhte Widerstand verschmutzter Filter zu einem höheren Energiebedarf der Ventilatoren. Bei einer kontinuierlichen Druckdifferenzmessung empfiehlt es sich, den aktuelle Differenzdruck der einzelnen Filter entweder direkt am Gerät oder direkt über die Steuerung ablesbar zu gestalten.

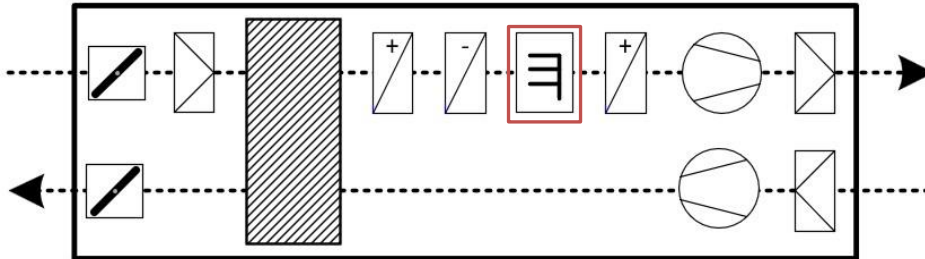
Es ist ebenfalls praktizierte Technik, den Grenzwert für die Filterverschmutzung dynamisch an die Luftmenge anzupassen. Ziel ist es, die Filterverschmutzung auch bei veränderten Luftvolumenströmen kontinuierlich überwachen zu können.

Welche Filter und Abscheidegrade zum Einsatz kommen, hängt von verschiedensten Faktoren, wie zum Beispiel den lokalen Außenluftbedingungen und der gewünschten Zuluftqualität, ab. Neben den klassischen Partikelfiltern können auch Aktivkohlefilter eingesetzt werden.

Aktivkohlefilter dienen nicht der Filterung von Partikeln, sondern der Abscheidung von Schadstoffen wie Gasen oder Gerüchen bei geruchsbelasteter Luft. Ein Aktivkohlefilter kann nicht über den Druckverlust bewertet werden. Dieser sollte nach der vom Hersteller festgelegten Lebensdauer oder den Betriebsstunden getauscht werden.

Die DIN EN 13053 „Lüftung von Gebäuden – Zentrale raumlufttechnische Geräte – Leistungsdaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten“ gibt als Filterenddruck den dreifachen Filteranfangsdruck (saubere Filter bei Nennvolumenstrom des Lüftungsgeräts) oder eine Druckerhöhung von 100 Pascal (50 Pascal bei Filtern der Coarse-Klasse) an. Der kleinere Wert soll verwendet werden.

5.5. Befeuchter



Anwendung & Aufgabe

Eine Zuluftbefeuchtung wird empfohlen, um in der Heizperiode trockene Luft in Aufenthalts- und Arbeitsräumen von Personen zu vermeiden und das Wohlbefinden zu gewährleisten. Darüber hinaus kann dies aber auch prozessbedingt für Maschinen und Anlagen erforderlich sein. Stand der Technik dafür sind leistungsregelbare Befeuchter.

Befeuchtungssysteme

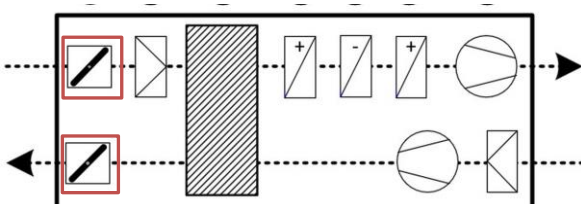
Man unterscheidet zwischen isothermen Befeuchtern (Dampf) und adiabaten Befeuchtern (Zerstäuben, Verdunsten von Wasser). Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Systemen besteht darin, dass bei einer adiabaten Luftbefeuchtung eine merkliche Temperaturabsenkung auftritt, was bei einem isothermen Befeuchter nicht der Fall ist. Dies ist bei der Auslegung eines Erhitzers und in der Regelung zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich, die Lufterwärmung vor der adiabatischen Befeuchtung anzuordnen, um eine homogenere Luftbefeuchtung zu ermöglichen.

Bei der Konzeptionierung der Regelung ist die Auslegung der Befeuchterleistung zu beachten (überdimensionierte Befeuchterleistungen können im unteren Teillastbereich ein ungünstiges Regelverhalten verursachen). Mögliche Regelstrategien zur Luftbefeuchtung sind im Kapitel 0 beschrieben. Je nach örtlicher Anforderung wird die Raum-, Abluft- oder Zuluftfeuchte geregelt.

Dabei ist sicherzustellen, dass die Zuluft immer in der Lage ist, die Feuchtigkeit aus dem Befeuchter aufzunehmen.

Aus Sicherheitsgründen ist in Verbindung mit einem Befeuchter ein Kanalhygrostat in einem ausreichenden Abstand zur Befeuchtungseinrichtung als unabhängige Sicherheitseinrichtung gegen zu hohe Feuchte zu empfehlen.

5.6. Absperr- und Regelklappen



Absperr- und Regelklappen können an vielen Stellen in RLT-Geräten eingebaut sein. Während Absperrklappen zum Verschließen von Luftwegen im Gerätestillstand oder zu einzelnen Luftwegen dienen, werden Regelklappen beispielsweise zur Umluftbeimischung eingesetzt. Für Absperrklappen setzt man als Stellglied Auf-Zu Antriebe ein. Möchte man im Störfall Klappen ohne elektrische Versorgung schließen, kommen Federrücklaufmotoren zum Einsatz. Bei Regelklappen werden stetig ansteuerbare Stellantriebe eingesetzt. Eine Überwachung der Funktion ist über Endlagenschalter oder stetige Rückmeldungselemente möglich. Damit lassen sich Klappenstellungen unabhängig vom Stellsignal auf Funktion überwachen.

Externe Sicherheitsfunktionen

RLT-Geräte müssen im Gebäudekontext, abhängig von der Aufgabenstellung, verschiedene Sicherheitsfunktionen erfüllen:

Eine Hauptfunktion stellt hierbei die Abschaltung der Lüftungsanlage im Brandfall dar. Üblicherweise, wenn das RLT-Gerät keine Funktion zur Rauchabsaugung erfüllt, wird es im Brandfall, ausgelöst durch eine Brandmeldeanlage oder Rauchmelder, abgeschaltet. Zusätzliche Rauchauslöseeinrichtungen können, je nach Anforderung, im Abluft- und oder Außenluftbereich erfolgen.

Funktional ist es möglich, die Funktion von Brandschutzklappen mit in die Lüftungsgeräteregelung zu integrieren. Dieses ist allerdings nur in einem begrenzten Umfang möglich und kann keine im Brandschutzgutachten geforderte Brandmeldeanlage ersetzen.

6. Anforderung an die allgemeine Dokumentation

Eine Dokumentation zur elektrischen und regelungstechnischen Ausstattung eines RLT-Gerätes umfasst im Wesentlichen folgende Bestandteile:

- Geräteskizze und Datenblätter des RLT-Gerätes (Bestandteil der Gerätedokumentation)
- Schaltplan
- Regelungsschema
- Bedienungsanleitung
- Inbetriebnahmeprotokoll inkl. der Einstelldaten (s. Kapitel Inbetriebnahme)
- Dokumentation zu den eingesetzten elektrischen Komponenten
- Ersatzteilliste zu verwendeten Elektrokomponenten
- Schnittstellenbeschreibungen (wenn vorhanden)

7. Inbetriebnahme

Inbetriebnahme

Der Inbetriebnahme des RLT-Gerätes mit seiner Regelung kommt eine besondere Bedeutung zu. Dabei werden alle Funktionen im Zusammenhang geprüft und Einstellwerte festgelegt. Ebenso sollte, wenn vorhanden, die Schnittstelle zur Gebäudeautomation und Brandmeldeanlage überprüft werden. Eine große Herausforderung bei der Inbetriebnahme ist es, alle am Gewerk beteiligten Personen mit einzubeziehen. Nur so lässt sich eine Gesamtfunktion aus RLT-Gerät mit externen Komponenten sicherstellen.

Die Inbetriebnahme startet immer mit der Überprüfung der Verkabelung und einem Datenpunkttest. Dabei wird sichergestellt, dass alle internen Komponenten mit seinen Sensoren, Aktoren und Störmeldungen ordnungsgemäß funktionieren. Werkseitig vorverkabelte und geprüfte Geräte minimieren den Aufwand auf der Baustelle erheblich.

Wichtige Schritte sind die Fertigstellung und Überprüfung der Installation, das Einstellen, Messen und Dokumentieren der Betriebsparameter und die abschließende Übergabe aller Dokumente und Anleitungen an den Betreiber. Eine vollständige Inbetriebnahme kann nur durchgeführt werden, wenn die Voraussetzungen dafür auf der Baustelle vorhanden sind.

Voraussetzungen zur Inbetriebnahme:

- Installationsarbeiten an der Lüftungsanlage fertiggestellt
- Fertigstellung der Verkabelung (je nach Leistungsumfang in den verschiedenen Gewerken: Kabelverlegung, einführen, anschließen, ...)
- Freigabe für einen Probebetrieb
- Medienversorgung angeschlossen und betriebsfähig (PWW, PKW, Strom, ...)
- Schnittstellen zu anderen Gewerken (Brandschutz, Gebäudeleittechnik, ...)

Inbetriebnahmetätigkeiten können u. U. bedingt durch abweichende Raumkonditionen oder Außenluftkonditionen nicht immer vollumfänglich durchgeführt werden – ggf. entsteht hier ein zusätzlicher Aufwand, der kosten- und zeitmäßig eingeplant werden sollte. Üblicherweise kein Bestandteil einer Geräteinbetriebnahme stellen Blitzschutzsysteme, Überspannungsschutz-Komponenten, der externe Potentialausgleich und Bereitstellung einer ausreichend dimensionierte Zuleitung usw. dar.

Bestandteile allgemeiner Inbetriebnahmearbeiten

- **Messung nach VDE 0113-1** (Überprüfung der Sicherheit der elektrischen Ausrüstung und der Funktionen. Zu den wichtigsten Messungen gehören die Isolationswiderstandsprüfung und die Spannungsprüfung, ergänzt durch eine Funktionsprüfung der Schutzrichtungen.
- **Einstellung und Prüfungen der Regelgeräte** (z. B. Frostschutz, Filterüberwachung, Druckschalter, Hygrostate, Frequenzumrichter, ...)
- **Datenpunkttest** aller angeschlossen Komponenten
- **Funktionskontrolle** Steuer- und Regelfunktionen

- **Funktionstest** Visualisierung
- **Datenpunkttest externer Meldungen** und Bauteile
- **Messungen der Betriebszustände** (Luftmengen, Drücke, Stromaufnahmen, Fühlerabgleich)
- **Test der Kommunikation** zu übergeordneten Systemen
- **Einstellung der Betriebsparameter** (Sollwerte, Zeitpläne, ...)
- **Einweisung** Bedienpersonal

Bereitstellung einer Dokumentation zur Inbetriebnahme

- Ergebnis zur Inbetriebnahme (ggf. mit Hinweisen auf Auffälligkeiten)
- Messergebnisse mit Dokumentation der Betriebszustände
- Eingestellte Betriebsparameter
- Einweisungsprotokoll

8. Wartung / Service

Die Wartung eines Lüftungsgeräts ist essenziell, um eine gute Luftqualität zu gewährleisten, die Gerätefunktionen sicherzustellen, den Energieverbrauch niedrig zu halten und die Lebensdauer der Anlage zu verlängern. Die genauen Wartungsintervalle und -schritte hängen vom Gerätetyp und den Herstellervorgaben ab. Diese sind der Bedienungsanleitung zu entnehmen oder werden ggf. als Meldungen aus der Regelung erzeugt.

Empfehlungen zu Wartungsarbeiten an MSR-Einrichtungen und Gebäudeautomation finden sich in der VDMA 24186 – 4.

Allgemeine Wartungsarbeiten an MSR-Einrichtungen

- **Funktionserhaltendes Reinigen** der MSR-Komponenten und des Schaltschranks (Lüftungsgitter). Hiermit können Fehlfunktionen von MSR-Bauteilen und Überhitzungen vermieden werden.
- **Funktion Schaltschrank** durch Überprüfung der Verkabelung auf sichtbare Schäden, festen Sitz der Klemmen und korrekte Zugentlastung, Prüfung der Leistungsschutzschalter, Schütze und Relais durch Sichtprüfung auf Schäden, Verfärbungen oder Überhitzungsspuren und Prüfung der Leuchtmelder, Anzeige- und Bedienelemente
- **Funktionsprüfung der Sensorik:** Die Sensoren für Temperatur, Feuchtigkeit, Druck, Luftqualität (z. B. CO₂-Sensoren) und Strömung werden geprüft und ggf. abgeglichen. Sie liefern die Messwerte, auf denen die Regelung basiert. Fehlfunktionen hier führen zu ineffizientem Betrieb.
- **Funktionsprüfung der Aktorik:** Die Antriebe von Ventilen, Klappen, Regelklappen und die Motoren der Ventilatoren werden überprüft. Die Kalibrierung und Funktion dieser Komponenten, die die Lüftungsleistung steuern, sind entscheidend für die korrekte Funktion.
- **Software- und Regelparameter-Überprüfung:** Die Einstellungen der zentralen Steuereinheit, beispielsweise die Zeitschaltprogramme und Sollwerte, werden kontrolliert. Es können hier Optimierungen vorgenommen werden, um den Energieverbrauch zu senken und den Komfort zu erhöhen.
- **Messungen und Überprüfung der Betriebsparameter** (Luftmengen, Drücke, Stromaufnahmen)
- **Sicherheitsfunktionen:** Wichtige geräteinterne Sicherheitseinrichtungen, wie die Funktion im Brandfall, werden auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft.
- **Analyse und Optimierung:** Die Wartung der MSR-Technik beinhaltet oft auch die Analyse von Anlagendaten aus Historien und Störmeldungen. Aus den Messwerten lassen sich mögliche Schwachstellen im Betriebsverhalten erkennen und die Regelung entsprechend anpassen.
- **Systemintegration/Kommunikation:** Bei komplexeren Gebäuden, bei denen die Lüftung mit anderen Systemen (z. B. Heizung, Kühlung, ...) vernetzt ist, wird die Plausibilität der Schnittstelle auf die Geräteregelelung geprüft.

Bereitstellung einer Dokumentation zur Wartung

- Wartungsprotokoll (ggf. mit Hinweisen auf Auffälligkeiten)
- Messergebnisse mit Dokumentation der Betriebszustände
- Eingestellte Betriebsparameter

9. Bedienung / Visualisierung / Fernüberwachung

Eine Lüftungsanlage kann über verschiedene Möglichkeiten bedient werden. Eine einfache Möglichkeit ist die Bedienung aus dem Raum. Über Raumbediengeräte können Sollwerte zu Temperatur und Luftmenge verstellt werden und Betriebszustände der Anlage wie Betrieb und Störung erfasst werden.

Hierfür gibt es verschiedene Ausführungen von Stufenschaltern bis zu digitalen Raumbediengeräten.



Abbildung 7: Raumbediengerät m. Digitalanzeige



Abbildung 6: Analoges Raumbediengerät für einfachere Anwendungen

Das nächste Level ist ein textbasiertes Anlagenbedienelement. Hier kann eine Anlage vollumfänglich bis zur kompletten Inbetriebnahme bedient werden. In einzelnen Menübereichen sind hier die Funktionen geordnet abgebildet.



Abbildung 8: textbasiertes Anlagenbedienelement

Um die Anlagenfunktionen besser darzustellen, können diese mittels eines Anlagenschemas auf grafischen Displays oder bauseitigen Endgeräten wie PC, Notebook oder Tablet visualisiert werden.



Abbildung 9: Grafisches Display

Eine weitere Ausbaustufe der Anlagenvisualisierung ist die zusätzliche Bedienung und Analyse z. B. über eine Cloudanwendung aus der Ferne. Hier wird über ein bauseitiges Endgerät wie eine PC, Notebook, Tablet die Anlagengrafik und die Bedienung der Anlage dargestellt. Zusätzlich lassen sich die wichtigsten Datenpunkte auch mit historischen Daten userfreundlich darstellen und auswerten. Cloudsysteme verfügen häufig noch über ein Störungsmeldungsmanagement über E-Mail.



Abbildung 10: Endgeräte mit Cloudanwendung

10. Monitoring

Das Monitoring einer RLT-Anlage ist entscheidend, um einen funktionssicheren und effizienten Betrieb sicherzustellen. Anlagenausfälle oder schlecht eingestellte Anlagen können enorme Kosten und Betriebsausfälle von Folgesystemen verursachen. Durch ein gutes Monitoring können Fehlfunktionen schneller erkannt und Anlagen auf deren Regelgenauigkeit geprüft werden.

Bei den Monitoring-Funktionen muss man zwischen einem Funktionsmonitoring und einem Betriebsmonitoring unterscheiden.

Das Funktionsmonitoring überprüft die Einhaltung der Sollwerte, Plausibilitäten sowie Gerätefunktionen (Störmeldungen). Die Messung der Luftvolumenströme im RLT-Gerät dient dazu, die Grundfunktionen der Anlage zu bewerten und ist ein wesentlicher Bestandteil im Monitoring. Basisfunktionen innerhalb eines Gerätemonitorings beinhalten die Überwachung der RLT-Komponenten auf Störungen sowie Plausibilitätsprüfungen von Messgrößen zur weiteren Erkennung von Fehlfunktionen und größeren Regelabweichungen.

Das Betriebsmonitoring liefert Verbrauchsdaten zum Stromverbrauch und Verbrauch an Heiz- und Kühlenergie sowie zeitliche Verläufe zu den Aktor- und Sensordaten. Verdichtete Kennzahlen, z. B. der Stromverbrauch bezogen auf die Luftmenge oder der Wärmeverbrauch in bestimmten Zeiträumen, erleichtern die Erkennung und Bewertung von Abweichungen. Die europäische Gebäuderichtlinie gibt erste Vorgaben, was auf Gebäudeebene Bestandteil eines Betriebsmonitorings sein soll. Daraus kann abgeleitet werden, welche Monitoring-Informationen auf der Ebene des RLT-Gerätes hilfreich sein können. Ein Betriebsmonitoring auf Ebene des RLT-Gerätes ist ein Baustein dafür und erleichtert die Beurteilung des Gerätes bei einer späteren energetischen Inspektion. Das GEG definiert wesentliche Erleichterungen bei energetischen Inspektionen von Lüftungsanlagen, wenn ein Monitoring der RLT-Anlage verfügbar ist.

Um ein Funktionsmonitoring und Betriebsmonitoring zu ermöglichen, bedarf es einer darauf abgestimmten Ausrüstung der Regelungsbau- steine und Sensorik. Je komplexer die realisierten Luftaufbereitungsfunktionen sind, umso mehr Anforderungen bestehen an die dafür erforderlichen Datenpunkte.

11. Übergabe an Gebäudeautomation

Allgemein:

Über entsprechende Busschnittstellen lassen sich Geräterege- lungen an vorhandene Netzwerke anbinden. Dadurch können diese zentral gesteuert und die Effizienz, der Komfort sowie die Zuverlässigkeit gesteigert werden. Gerätehersteller bieten hierfür vorgefertigte Lösun- gen in Form von webbasierten Fernwartungsportalen an. Diese sind bestens auf die Geräterege- lung abgestimmt und bereiten die verfügba- ren Daten ohne weiteres Zutun übersichtlich auf. Durch die bereitgestellte Anbindung wird eine nahtlose Verbindung vom Regler bis zum Anwender gewährleistet und das RLT-Gerät kann so einfach, schnell und sicher ferngewartet werden.

Für eine herstellernerneutrale Anbindung an eine Gebäudeleittechnik besteht die Möglichkeit, die Regelung mit standardisierten Schnittstel- len zu planen. Wichtig dabei ist, die auszutauschenden Daten, die gewünschten Standards als auch das Kommunikationsprotokoll im Vor- feld genau zu definieren, um eine erfolgreiche Integration zu gewährleisten und Kosten zu sparen. Dieses beinhaltet sowohl die physische Verbindung als auch die Kommunikation und deren Funktionsumfang. Die Erstellung von kundenspezifischen Datenpunktlisten ist für die Lieferanten der Regelungstechnik ein zusätzlicher Aufwand, der abzustimmen und zu vereinbaren ist.

Stand der Technik ist, dass Außen- und/oder Raumtemperaturen von der GLT übertragen werden können, um so ggf. unnötige Verkabelun- gen, Wanddurchbrüche im bzw. am Gebäude zu vermeiden oder im Falle der Außentemperatur ggf. Wetterprognosen einfließen lassen zu können.

Nachfolgend werden die derzeit wohl drei häufigsten Bussysteme in der Gebäudeleittechnik näher erläutert.

Modbus:

Modbus hat als Kommunikationsprotokoll in der Gebäudeleittechnik den Vorteil der einfachen, kostengünstigen Geräteintegration, ist aber bei der Sicherheit (keine integrierten Sicherheitsfunktionen wie Verschlüsselung oder Authentifizierung) und der Geschwindigkeit (insbe- sondere bei Modbus RTU) eingeschränkt. Zu den Vorteilen zählen vor allem die einfache Implementierung, keine Lizenzkosten und die Fle- xibilität durch zwei Hauptvarianten (RTU = seriell / TCP = über Ethernet).

Der Nachteil von Modbus RTU ist der linienförmige Aufbau, bei dem im Fehlerfall (Unterbrechung) die Busverbindung komplett gestört ist. Der Informationsgehalt der Datenpunkte erfolgt ausschließlich in Werten ohne zusätzliche Informationen. Diese sind den Datenpunktlisten zu entnehmen.

BACnet:

Im Gegensatz zu Modbus nutzt BACnet ein komplexeres, objektorientiertes Modell, das eine höhere Funktionsvielfalt einschließlich der Integration von Kalender- und Zeitplanfunktionen zur Verwaltung bietet, welches eine detaillierte Spezifikation unabdingbar macht.

Der Funktionsumfang der BACnet-Implementierung wird generell in den PICS (Protocol Implementation Conformance Statement) doku- mentiert und ebenso vom Gerätehersteller bereitgestellt. Den Nachweis zur Erfüllung der PICS-Anforderungen betätigen wiederum Zertifi- kate von akkreditierten BACnet Test Laboratories (kurz BTL-Zertifikate).

EDE-Files (Engineering Data Exchange) dienen dem Austausch von BACnet-Geräteinformationen für die Gebäudeautomation. Sie enthalten eine Liste von BACnet-Objekten und deren Eigenschaften (Properties), um eine offline-Konfiguration, Parametrierung oder das "Browsen" von Geräteinformationen zu ermöglichen, ohne dass die Geräte online sein müssen. Der Hauptzweck ist der einfache Import und Export von Konfigurationsdaten zwischen verschiedenen BACnet-Tools und Projekten.

BACnet/SC (Secure Connect) ist eine Erweiterung des BACnet-Protokolls, die durch Verschlüsselung und Authentifizierung die Sicherheit in der Gebäudeautomatisierung erhöht und eine nahtlose Integration in bestehende IP-Netzwerke, einschließlich Firewalls ermöglicht.

Für öffentliche Gebäude in Deutschland definiert beispielsweise die AMEV (Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltung) die Anforderungen an deren gewünschte BACnet-Schnittstelle in unterschiedlichem Umfang. Zertifizierte Regler/Gateways, die diese Anforderungen erfüllen, sind auf der Webseite der AMEV ersichtlich. Entsprechende Testate können aber auch vom Hersteller angefragt werden.

KNX (Konnex):

Typisches Einsatzgebiet für ein KNX-Gebäudenetzwerk sind Wohn- und Gewerbegebäude mit einfacheren Anforderungen an die Gebäudetechnik.

Ebenso wie bei BACnet müssen KNX-Geräte zertifiziert sein, wenn sie das offizielle KNX-Warenzeichen tragen sollen. Die Zertifizierung durch die KNX-Association ist ein Qualitätssiegel und stellt die Kompatibilität der Geräte verschiedener Hersteller sicher. Mit KNX Secure besteht eine Möglichkeit, den Schutz vor Cyberangriffen zu verbessern. KNX IP Secure verschlüsselt die Kommunikation zwischen KNX IP-Geräten und schützt IP-Tunnel für die Fernwartung.

KNX Data Secure verschlüsselt den eigentlichen Datenteil der Telegramme und findet Anwendung bei drahtlosen (RF) oder kabelgebundenen KNX/TP-Installationen (Twisted Pair).

Generell handelt es sich bei KNX um ein dezentrales Bussystem, bei dem jedes Gerät grundsätzlich die Fähigkeit hat, zu senden und zu empfangen.

12. Cybersicherheit

Die Cybersicherheit von Regelungssystemen im Allgemeinen wird in Zukunft eine höhere Bedeutung erlangen. Als Bestandteil zur Bewertung der Maschinensicherheit innerhalb der neuen Maschinenverordnung müssen sich Hersteller, Installateure und Betreiber damit auseinandersetzen. Im Einzelnen ist derzeit allerdings noch unklar, wie hier die Verantwortlichkeiten verteilt sind.

13. Empfehlung zu regelungstechnischen Qualitätsstufen

Folgende regelungstechnische Mindestausstattung wird seitens der RLT-Herstellerverbandes empfohlen. Zu unterscheiden ist dabei eine Grundausstattung sowie Erweiterungen bezüglich sinnvoller Monitoringfunktionen.

Nachfolgende Tabelle beschreibt vom RLT-Herstellerverband definierte und empfohlene Ausstattungsvarianten. In der hier definierten Grundausstattung sind die für den Betrieb der Anlage wesentlichen Regelungskomponenten und Bausteine beschrieben. Die höherwertige Ausstattungsvariante (erweitertes Monitoring) berücksichtigt Monitoringfunktionen für eine verbesserte Funktionsüberwachung und Betrieb.

Tabelle 6: Vom RLT-Herstellerverband empfohlene regelungstechnische Mindestausstattung für kombinierte Zuluft-/Abluftgeräte

			Grundausstattung	Erweitertes Monitoring zusätzlich zur Grundausstattung	Bemerkungen
Temperaturfühler (Luftseite)					
	Abluft		x		
	Außenluft		x		
	Abluft (vor WRG)			x	
	Zuluft (nach WRG)			x	
	Zuluft		x		
	Raumfühler	optional	(x)		
	Zuluft (nach Kühler bei aktiver Entfeuchtung)	optional		x	Zur Überwachung der Entfeuchtungsfunktion
	Fortlufttemperatur	optional	(x)		
Feuchtfühler (nur bei aktiver Zuluft Be- oder Entfeuchtung)					
	Zuluftfeuchte		x		
	Abluftfeuchte		x		
	Raumfeuchte	alternativ	(o)		
	Feuchte max. Begrenzer in der Zuluft	optional	(x)		

Fortsetzung Tabelle 6: Vom RLT-Herstellerverband empfohlene regelungstechnische Mindestausstattung für kombinierte Zuluft-/Abluftgeräte

Luftqualität (bei Bedarfslüftung)					
	CO ₂ Raum		x		
	CO ₂ Abluft	alternativ	(o)		
	VOC Raum	optional	(x)		
	VOC Abluft	alternativ	(o)		
Luftvolumenstrom					
	Dp Zuluftventilator(en)		x		für Luftvolumenstromerfassung
	Dp Abluftventilator(en)		x		für Luftvolumenstromerfassung
	Kanaldruck Zuluft	optional	(x)		bei Kanaldruckregelung
	Kanaldruck Abluft	optional	(x)		bei Kanaldruckregelung
Filterüberwachung					
	Differenzdruck je Filterstufe (Sensor)		x		
	Differenzdruck je Filterstufe (Druckwächter)	optional	(x)		
Wärmerückgewinnungssysteme					
	Funktion WRG			x	
Plattenwärmeübertrager	Stellantrieb Bypassklappe (stetig regelnd)		x		
Rotationswärmetauscher	Laufkontrolle		x		
KVS	Medienströmung KVS (Sensor)			x	
KVS	Systemdruck			x	
KVS	Medientemperaturen VL/RL			x	
KVS/PWT	Reifschutzfunktion		x		
El. Leistung und Energieverbrauch					
	el. Leistung und. el. Energie RLT ges.			x	beschränkt auf Ventilatoren und ggf. Hilfsenergien
	el. Leistung und. el. Energie Zuluftventilator	alternativ		(o)	
	el. Leistung und. el. Energie Abluftventilator	alternativ		(o)	
Erhitzer / Kühler / wasserbasierende Systeme)					
	Vorlauftemperatur			x	
	Rücklauftemperatur			x	
	Durchflussmenge			x	
	Thermische Energie			x	
	Frostschutzwächter		x		
Rauchauslöseeinrichtungen					
	Abschaltkontakt BMZ		x		
	Zuluft	optional	(x)		
	Außenluft	optional	(x)		
	Abluft	optional	(x)		
	Brandschutzklappen- auswertung	optional	(x)		
Schnittstelle GLT			(x)	x	

Fortsetzung Tabelle 6: Vom RLT-Herstellerverband empfohlene regelungstechnische Mindestausstattung für kombinierte Zuluft-/Abluftgeräte

Display					
	Text basierend		x		
	Grafisch / Visualisierung		(x)	x	
	Webserver	optional		(x)	
Übliche Stör- und Betriebsmeldungen	Ventilatoren, Befeuchter, Pumpen, Frostgefahr, WRG, Sammelstörung ...		x		
Klappen					
Absperrklappen	Klappenrückmeldung über Endschalter	optional		(x)	
Regelklappen	Stetige Klappenrückmeldung	optional		(x)	
Schaltschrank					
	Überspannungsschutz	optional	(x)		
	Schaltschrankleuchte, Service-Steckdose		x		
Anforderung Ecodesign*					*Der Abgleich dieser Anforderungen erfolgte auf Basis des Entwurfs zu Ökodesign-Richtlinie Lüftung und kann sich im finalen Dokument noch verändern
	Zeitprogramm und/oder Präsenzmelder F1=1,05		x		
	Schnittstelle Anforderung Luftbedarf F1=1,1		x		
	Bedarfslüftung F1=1,15	optional	(x)	(x)	
	Monitoring F2= 1,1		(x)	x	

Legende:

erforderlich in Ausstattungsvariante	x
optional zu empfehlen	(x)
alternativ zu verwenden	(o)

14. Zusammenfassung

Eine gut funktionierende Lüftungsanlage benötigt eine darauf abgestimmte Regelung mit einer Vielzahl von Einzelfunktionen, verbunden mit einer umfassenden Inbetriebnahme und guter Dokumentation. Werkseitige Vorverkabelungen und auf das individuelle Lüftungsgerät abgestimmte Regelbausteine und Komponenten durch die Gerätehersteller vereinfacht die Installation mit weniger Schnittstellenabstimmungen, trägt zu einer einfacheren Inbetriebnahme bei und gewährleistet einen funktionssicheren und energieeffizienten Betrieb des Gerätes. Standardisierte vordefinierte Schnittstellen vereinfachen die Abstimmung zur Gebäudeautomation. In der Regelung integrierte Monitoringfunktionen sorgen für einen effizienten und funktionssicheren Betrieb.

Herstellerverband RLT-Geräte e. V.
Haus der Bundespressekonferenz
Schiffbauerdamm 40
Raum 4408-4410
10117 Berlin
Tel.: +49 (0)30 / 20608887 20
E-Mail: info@rlt-geraete.de