Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 5

Artikel: Moderne Steuer- und Regeltechnik bei lüftungstechnischen Anlagen

Autor: Winter, A. / Möbius, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903996

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Moderne Steuer- und Regeltechnik bei lüftungstechnischen Anlagen

A. Winter, G. Möbius

Lüftungstechnische Anlagen werden heute mit DDC-/PLC-Systemen geregelt und gesteuert. Dies gestattet eine einfache Kommunikation der Anlagen unter sich und einen Datentransfer zu einer übergeordneten Leit- und Überwachungsebene. Die mikroprozessorintegrierten Systeme sind autark und erlauben eine Bedienung ohne spezielle Programmierkenntnisse. Vor Ort können gewisse Steuerfunktionen sehr einfach ausgeführt werden. Die heute üblichen Einzelraumregelsysteme in lüftungstechnischen Anlagen werden beschrieben.

Les installations de climatisation sont aujourd'hui pilotées par des systèmes DDC/PLC, permettant ainsi une communication simple entre les installations tout en assurant une grande fiabilité quant au transfert des données au système de gestion centralisé. Les systèmes à microprocesseur integré sont autonomes et permettent une utilisation sans connaissance particulière de programmation. Localement, certaines fonctions de commande peuvent être facilement exécutées. Les systèmes de régulation unitaires usuels et actuels rencontrés dans les installations de climatisation sont décrits.

Adresse der Autoren
A. Winter, G. Möbius, Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, 4016 Basel.

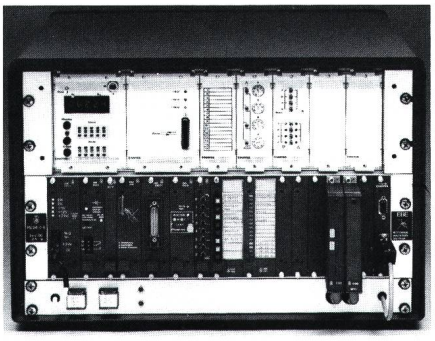
Der Trend zu energiesparenden Lüftungs- und Klimaanlagen ist ungebrochen. Anders als in anderen Teilen der Wirtschaft, wo der heutige Ölpreis energiesparende Investitionen nicht mit der gebotenen Notwendigkeit vorantreibt, wird bei der Planung und der Ausführung von lüftungstechnischen Anlagen der künftigen Energierechnung des Betreibers einerseits und der Umweltbelastung andererseits grosse Beachtung geschenkt.

Diese Aufgaben übernehmen heute hochwertige elektronische Regel-, Überwachungs- und Optimierungssysteme. Den Anforderungen entsprechend sind es Systeme, die nebst der eigentlichen Regelaufgabe Steuerfunktionen und die Kommunikation mit einem gleichberechtigten oder mit einem übergeordneten Partner erlauben. In der Regel sind dies mikroprozessorintegrierte Steuer- und Regelsysteme, die diese Aufgaben übernehmen. In der Regeltechnik werden diese multifunktionalen Systeme als DDC-/PLC-Systeme bezeichnet. DDC (*D*irect-*D*igital-*C*ontrol) und PLC (*P*rogrammable-*L*ogic-*C*ontrol) stehen als Überbegriff für eine neue Gerätetechnologie. Mit einem Gerät können eine Vielzahl von Regel- und Steueraufgaben gelöst und somit die konventionellen Einzelregler in Verbindung mit der herkömmlichen Steuerungstechnik mit Relais ersetzt werden.

1. DDC-/PLC-System

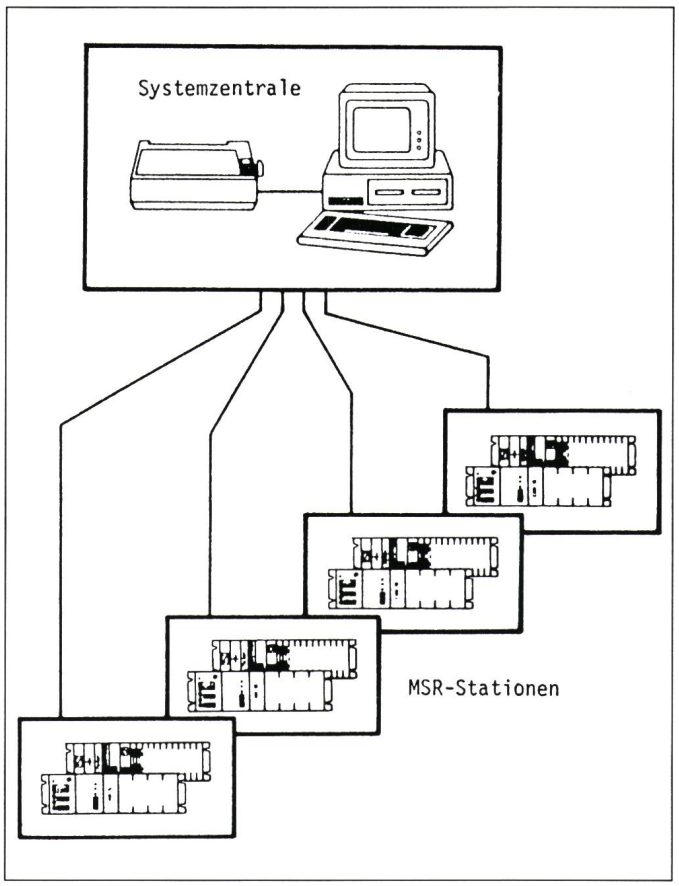
Ein DDC-/PLC-System ist meist modular aufgebaut und verfügt neben dem Stromversorgungsmodul und der Zentraleinheit über Eingangsmodule für die Messwerte und die Kontaktmeldungen sowie über Ausgangsmodule für die Ansteuerung der Regelventile, Luftklappen, Motoren, Kältemaschinen usw. Die Zuordnung bzw. Verknüpfung eines Messfühlers zu einem bestimmten Stellglied erfolgt bei DDC-Systemen über die Software des Mikroprozessors. Ein DDC-/PLC-System (Fig. 1), auch MSR-Station (*M*essen-*S*teuern-*R*egeln) genannt, vereinigt eine Vielzahl von Regel- und Steuerfunktionen in einem Gerät.

Das DDC-/PLC-System für einen grösseren Anlagenkomplex kann aus mehreren MSR-Stationen bestehen. Zur Unterstützung der Projektierung verfügen DDC-/PLC-Systeme über ein Betriebssystem, Basis-Software, mit deren Hilfe das System exakt an die Aufgabenstellung angepasst werden kann. Der Projektingenieur benötigt dazu keine speziellen Programmierkenntnisse. Er wird an seinem Arbeitsplatz von einem Personal-Computer im Dialog geführt, so dass das Programm des Systems für ihn lediglich aus dem Zugriff auf bekannte regel- und steuerungstechnische Abläufe besteht.



Figur 1 DDC-/PLC-System Micos 4000 SR, für 64 Regelkreise und mit 256 Kontakt-Ein- und -Ausgängen

In der oberen Hälfte sieht man links die Verarbeitungsebene mit der Zentralelektronik, rechts die Ein-/Ausgabeebene mit integrierter Handbedienung für die diversen Regelkreise; unten links die Verarbeitungsebene für die Steuerungen; unten rechts die Ein-/Ausgabeebene für die Steuereinrichtungen.



Figur 2
MSR-Stationen Micos 4000 SR mit übergeordneter Systemzentrale für die Überwachungs- und Optimierungsfunktionen

Bedienungsfreundlichkeit

Gewisse Akzeptanzprobleme waren anfänglich bei den Betreibern von solchen Systemen hinsichtlich fehlender Handbedienung vor Ort feststellbar. Es hat sich rasch gezeigt, dass der Anlagenbetreiber trotz umfangreicher Programme und Sicherheiten eine Handbedienebene benötigt, die ihm nicht nur die Handsteuerung einiger Ventile oder Ventilatoren erlaubt, sondern auch den Zugriff auf die Regel- und Steuerparameter ermöglicht.

Das System der übergeordneten Ebene, die Systemzentrale, arbeitet mit Bedienerführung, d.h. der Bediener benötigt keine speziellen Computerkenntnisse zur Bedienung der Datensichtgeräte. Er kann sich damit seiner eigentlichen Aufgabe, der Überwachung der Anlagen, voll widmen.

Kommunikationsmöglichkeiten

Schon längst werden DDC-/PLC-Systeme nicht mehr allein für lüftungstechnische Anlagen benötigt. Sie werden vielmehr anlagenübergreifend in allen haustechnischen Anlagen eingesetzt. Sie können miteinander kommunizieren in Form von Angebots/Nachfrageschaltungen, Auswahlschaltungen und dergleichen. Damit liegt allen Anlagen die Anwendung standardisierter, kommunikationsfähiger Baugruppen zugrunde, die sehr universell zu handhaben sind und eine hohe Verfügbarkeit besitzen.

Der herausragende Vorteil der DDC-/PLC-Technik liegt in ihrer Kommunikationsfähigkeit mit übergeordneten Systemen im Sinne des Energie- und Betriebskostenmanagements (Fig. 2).

Dies ist im einfachsten Fall eine Systemzentrale mit einem PC, oder es sind komfortable Leitsysteme mit Farbgraphikbedienplatz (Fig. 3). Sie alle sind in der Lage, mehr oder weniger umfangreiche Überwachungs-, Optimierungs- und Statistikprogramme zu verarbeiten.

Unabhängig von der Funktion des übergeordneten Systems bilden die anlagenorientierten MSR-Stationen autarke Automatisierungsinseln mit individueller Handbedienebene. Bei Ausfall des übergeordneten Systems oder bei Unterbruch des Datentransfers zur MSR-Station bleibt in jedem Fall die Grundfunktion der MSR-Station erhalten.

Die Gestehungskosten eines hierarchisch aufgebauten Gesamtsystems mit direkter Datenkommunikation sind weitaus günstiger als die eines konventionellen Steuer-Regelsystems mit übergeordneter Leittechnik. So stehen beispielsweise dem übergeordneten System alle Istwerte und Führungsgrössen über die Datenschnittstelle (z.B. Bus) zur Verfügung, die in konventioneller Technik nur durch zusätzliche Hardware (Messverstärker oder Doppelfühler pro Messstelle) realisierbar sind. Bei der umgekehrten Übertragung sind ebenfalls Vereinfachungen in der Hardware festzustellen. So entfallen beispielsweise die sonst für Sollwertverstellungen benötigten Sollwertsteller im Schaltschrank. Die Sollwertvorgabe oder Sollwertführung vom übergeordneten System erfolgt ausschliesslich in digitalem Transfer.

Figur 3
Leitsystem EY 2400 mit Graphikfarbsichtstation, Bedienungstastatur und kombiniertem Protokoll- und Ereignisdrucker für Klartextausgaben
Im Hintergrund Situationsübersicht der am System angeschlossenen Gebäude.

Anhand von Figur 4 kann das für eine Anlage geeignetste Steuer- und Regelsystem bestimmt werden.

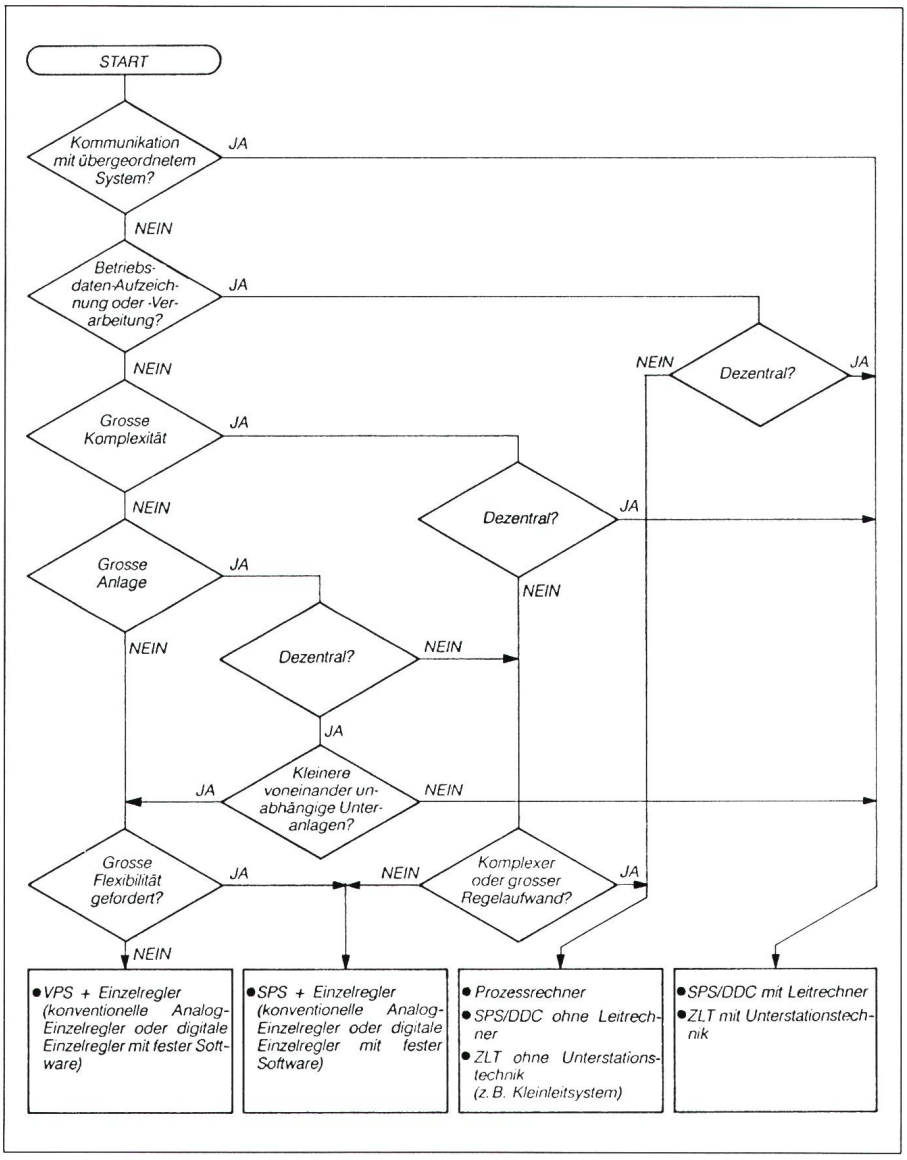
Es lohnt sich, die gegenwärtigen Bedürfnisse genau zu untersuchen und die zukünftige Entwicklung möglichst umfassend abzuschätzen.

Die *Anlagengrösse* kann aufgrund der Summe der System-Eingänge und -Ausgänge definiert werden. Anlagen mit mehr als 50 Ein-/Ausgängen können als gross bezeichnet werden. Eine Definition der *Komplexität* ist über die sog. *Verarbeitungstiefe V* möglich. Diese wird durch den folgenden Quotienten bestimmt:

$$V = \frac{\text{Anzahl Funktionen}}{\text{Summe der Ein-/Ausgänge}}$$

Eine Anlage mit einer Verarbeitungstiefe grösser als 2 gilt als komplex.

Die Erfolgsaussichten für eine weitere Verbreitung dieser neuen Technik steigen in dem Masse, wie es den Herstellern gelingt, kleinere modulare MSR-Stationen zu einem günstigen Preis anzubieten, die eine problemlose Handbedienung vor Ort ermöglichen.



Figur 4 Entscheidungshilfe zur Wahl des geeignetsten Steuer- und Regelsystems
Aus «Impulsprogrammen Haustechnik 1986»

2. Einzelraumregelung

Der Wunsch nach immer mehr Komfort bei gleichzeitiger Einflussnahme auf den Raumtemperatur-Sollwert forciert den Trend zur Einzelraumregelung. Dabei liegt der Komfort in erster Linie in der nutzungsorientierten Raumtemperaturkonstanz, die unabhängig von Fremdwärmequellen wie Beleuchtung, Sonneneinstrahlung, Maschinen usw. gehalten wird. Energetisch gesehen kann um die genannten Fremdwärmebeträge die Energiezufuhr zum Raum reduziert werden. Der jedoch weitaus grössere Energiespareffekt der Einzelraumregelung liegt in der Anpassung der Energiezufuhr (Heizen/Kühlen) an die tatsächliche zeitliche Nutzung des jeweiligen Raumes. Gelingt es, einen «Fahrplan» für die Raumnutzung aufzustellen, kann durch die zeitlich definierte Sollwertführung der Einzelräume ein Höchstmass an Energie gespart werden.

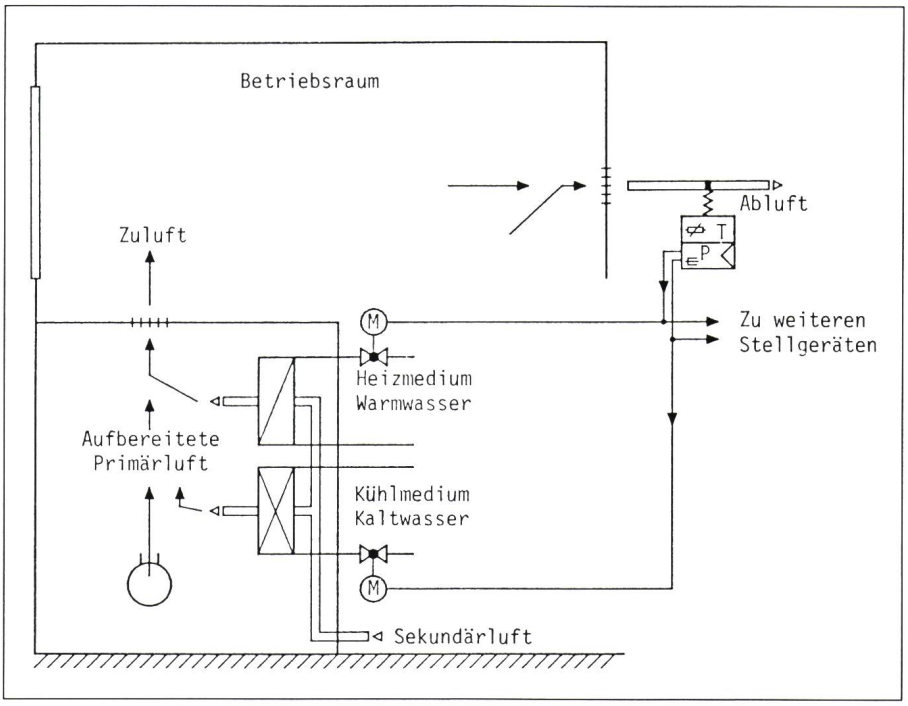
Die Einzelraumregelung ist heute noch eine Domäne der konventionellen Einzelregler (Fig. 5). In den wenigsten Fällen wird Einzelraumregelung mit DDC-Systemen ausgeführt, vorläufig vor allem in weitläufigen Bauten. Es ist von Fall zu Fall in der Planung zu entscheiden, ob sich der erhöhte Installationsaufwand (lange Kabelwege) für ein DDC-System lohnt. Entsprechend häufig werden, selbst bei vorhandenem DDC-System, für die Luftaufbereitungszentralen die Einzelräume mit pneumatischen oder elektronischen Einzelreglern bestückt. Die Regelgeräte werden dabei in Verbindung mit Ventilator-Konvektoren (FAN-COIL), Düsenkonvektoren (Induktionsgeräten) oder variablen Volumenstromsystemen (VVS) eingesetzt.

3. Die Renaissance der Pneumatik

Im Umfeld der sich ständig ausbreitenden Mikroelektronik stagniert der pneumatische Regelgerätemarkt. Dennoch zeigt sich, dass eine Reihe lüftungs- und klimatechnischer Anwendungen ohne pneumatische Regelgeräte teurer und umständlicher gelöst werden müssen. So gehört z. B. die Regelung in explosionsgeschützten Anlagenteilen aufgrund der pneumatischen Hilfsenergie zum Standardrepertoire der pneumatischen Regeltechnik. Dazu gehören auch schnelle Druckregelkreise mit oder ohne Ex-Schutz, wie sie in der Industrie in den verschiedenen Sparten benötigt werden. Für viele Anlagenbetreiber sind die einfache Notstellfunktion, problemlose Installation ohne netz- oder feldgebundene elektrische Einstreuungen und der Bedienkomfort die wichtigsten Argumente für die Pneumatik. Die pro-

blemlose Einstellung und die übersichtliche Analoganzeige aller Soll- und Istwerte wird auch weiterhin der Pneumatik einen interessanten Anwenderkreis sichern.

Für diejenigen, die im Bereich der Lüftungs- und Klimatechnik auf die Vorteile der Mikroelektronik und der Pneumatik nicht verzichten wollen, bietet sich das elektro-pneumatische Regelsystem an. Bei diesem wird elektrisch gemessen, geregelt und kommuniziert, z. B. mit einem DDC-System; lediglich die Stellgeräte werden pneumatisch ausgeführt. Die Vorteile der pneumatischen Stellgeräte gegenüber den elektrischen sind bedeutend, nicht nur in den Kosten. Sie liegen im generell einfacheren Aufbau, der schnellen Öffnungs- und Schliessgeschwindigkeit und nicht zuletzt in der ohnehin vorhandenen Notstellfunktion. Für die Ansteuerung der pneumatischen Stellgeräte bietet der Markt pneumatische Umformer an.



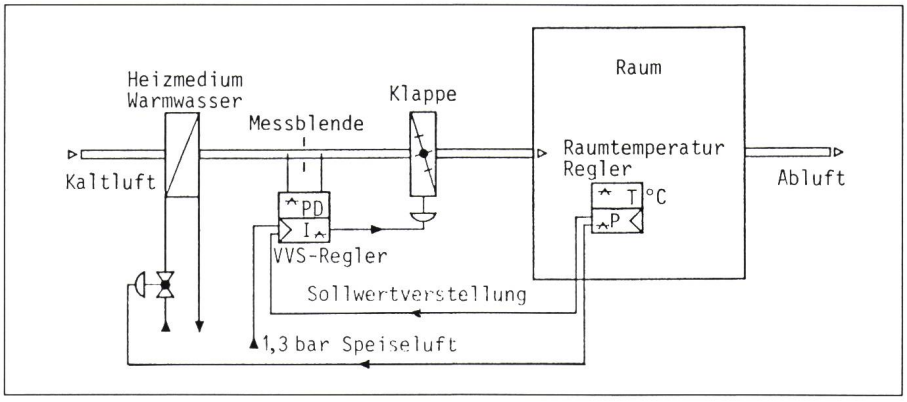
Figur 5 Prinzipschaltbild eines Düsenkonvektor-Systems für Heiz- und Kühlbetrieb

Die Apparate sind beispielsweise in der Brüstung angeordnet

T Temperaturfühler *P* Proportionalregler

4. Variable Volumenstromregelung (VVS)

VVS-Systeme bieten neue Möglichkeiten in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit von lüftungs- und klimatechnischen Anlagen. Insbesondere VVS-Regelsysteme mit Hilfsenergie (elektrisch oder pneumatisch) finden immer mehr Abnehmer. Bei einem VVS-System wird die Luftmenge eines klimatisierten Raumes je nach Kühllast verändert. Im Gegensatz zur temperaturvariablen Konstant-Luft-Anlage können damit grössere Kühlleistungen mit weniger kalter Zuluft bewältigt werden. Die grössere Luftmenge verhindert zudem die Bildung kalter Luftschichten am Boden und führt im Sommerbetrieb zu einem positiven physiologischen Effekt. Umgekehrt wird in Zeiten mit geringer Kühllast die Luftmenge auf ein Minimum herabgesetzt und damit Kühlenergie und elektrische Energie des Ventilators gespart.



Figur 6 Prinzipschaltbild eines variablen Volumenstromsystems

Die Volumenstrommessung erfolgt über eine Messblende. Die Steuerung des Lufterhitzerventils erfolgt in Sequenz zur Klappe.

Beim VVS-System mit Hilfsenergie wird die Luftmenge für jeden Raum gemessen und mit dem Sollwert des Raumtemperaturreglers verglichen. Durch Sollwertbegrenzer (Min/Max) im VVS-Regler kann der minimale und maximale Volumenstrom pro Raumzone beliebig festgelegt werden. Der Regler in Figur 6 verstellt die Klappen solange, bis der richtige Volumenstrom unabhängig vom Kanalvordruck und der Klappencharakteristik vorhanden ist.

Damit bei geschlossenen Klappen der Vordruck nicht zu stark ansteigt, sollte eine Vordruckregelung die Förderleistung der Ventilatoren der benötigten Luftmenge anpassen. Denn nur in Verbindung mit einer wirksamen Vordruckregelung lässt sich elektrische Antriebsenergie sparen, die in der 3. Potenz mit dem Volumenstrom abnimmt: Bei einer Reduktion des Volumenstroms von 100 auf z. B. 70% reduziert sich die elektrische Leistungsaufnahme des Ventilators von 100 auf ca. 34%.

Im übrigen ist man mit VVS-Systemen in der Lage, mit altbekannten Vorurteilen gegen die Klimabranche in Bezug auf «geschlossene Fenster» aufzuräumen. Durch die raumweise VVS-Regelung kann mittels Fensterkontakten der Volumenstrom unterbrochen oder auf einen Minimalwert reduziert werden. Damit ist das vielerorts gewünschte und meist psychologisch bedingte Fensterlüften trotz Klimaanlage auch ohne Energieverschwendung möglich.