

BAT G_23_25

Funktion von RLT-Anlagen mit Kombination von Variabel- und Konstant-Luftvolumenstromreglern

Das sogenannte Mischsystem, bestehend aus Variabel- und Konstant-Luftvolumenstrom-reglern, ist eine weit verbreitete Möglichkeit eine Lüftungsanlage im Betrieb dynamisch abzugleichen. Beobachtungen an solchen Anlagen zeigen jedoch problematische Phänomene auf. Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollen praxisnahe Anlagekonzepte analysiert und potenzielle Probleme im System identifiziert werden. Das Ziel besteht darin, eine Grundlage für zukünftige branchenspezifische Empfehlungen zu erarbeiten.

Problemstellung

In der Praxis werden verschiedene Abgleichsorgane parallel oder seriell kombiniert, was bei ungünstiger Umsetzung bereits im Neuzustand der Anlage zu erhöhtem Energieverbrauch führen kann. Mechanische Volumenstromregler in der Lüftungstechnik sind widerstandsfähig, aber weniger präzise als elektrische Volumenstromregler. Normalerweise stellen Abweichungen von $\pm 10\%$ des Sollwerts in den meisten Systemen kein Problem dar. Jedoch können signifikante Abweichungen und die Summierung dieser Ungenauigkeiten in grösseren Anlagen die Energieeffizienz beeinträchtigen. Mechanische Volumenstromregler arbeiten mit Drehmomenten und nutzen Federn zur Einstellung des Sollwerts. Dies führt zu einer kontinuierlichen Belastung der Bauteile und möglicherweise zu höherem Verschleiss. Schwingungen der leichtgelagerten Regelklappen werden durch Dämpfungselemente reduziert. Dennoch treten gemäss Beobachtungen Schwingungen und erhöhte Schallemissionen in der Praxis auf.

Ökonomie

Mit der Wirtschaftlichkeitsberechnung konnte erwiesen werden, dass ein Mischsystem die Vorteile einer Variablen-Anlage mit tiefen Betriebskosten und einer Konstant-Anlage mit geringeren Investitionskosten durchaus kombinieren kann (siehe Abb. 1). Dabei wurde die Empfehlung entwickelt, dass ab einem Luftvolumenstrom in einer Zone von mehr als $1'000\text{ m}^3/\text{h}$ in jedem Fall eine variable Luftmengenregulierung nach einer gemessenen Regelgrösse zu prüfen ist. Das Referenzobjekt der Berechnung war ein mittelgrosses Büro mit einer Belegung von 30 Personen.

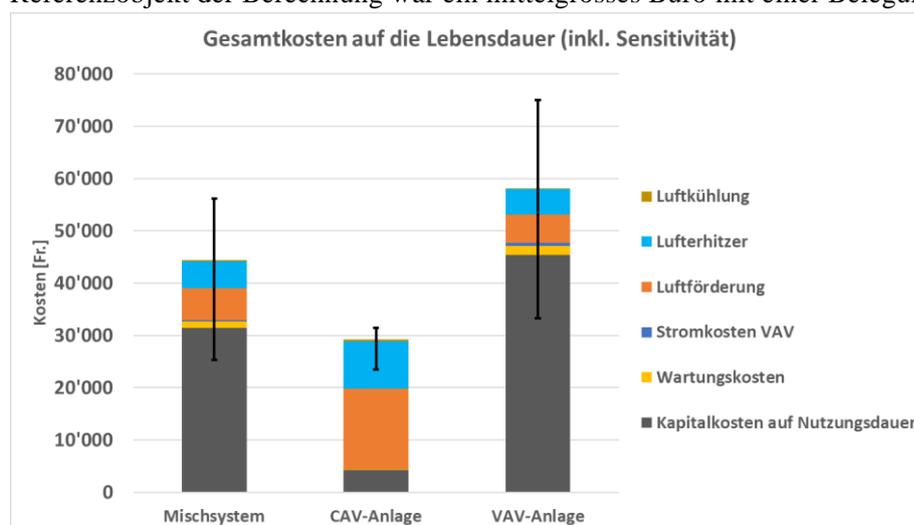


Abb. 1: Gesamtkosten einer Büroanlage auf die Lebensdauer von 25 Jahren mit Sensitivitätsanalyse

Laboruntersuchung am IGE

Zur Untersuchung der Problemstellungen wurde am IGE in Horw ein bestehender Versuchsstand erweitert. Ausgerüstet mit mechanischen und elektrischen Volumenstromregler wurden folgende Überprüfungen im parallelen wie seriellen System vorgenommen: Genauigkeiten und Einstellbereiche der Konstant-Luftvolumenstromregler, Schwingfähigkeitsprüfung, Systemstabilität bei unterschiedlicher Drucksituation, Betriebsverhalten mit Fan Optimizer Regelung.

Erkenntnis Labor

Mithilfe des Laborversuchs konnte erwiesen werden, dass in einer Anlage mit kombinierter paralleler Einbindung von Konstant- und Variablen-Luftvolumenstromregler im Neuzustand keine Schwingungen entstehen und ein stabiler Betrieb möglich ist. Diese Erkenntnis legt nahe, dass allfällige Schwingungen durch die Alterung der Komponenten ausgelöst werden.

In einer seriellen Anordnung spielt hauptsächlich die Regelung des Ventilators und die Positionierung des Druckfühlers eine entscheidende Rolle. Ist der Druck vor der seriellen Anordnung grösseren Schwankungen ausgesetzt, benötigt das System eine längere Ausregelzeit, was sich negativ auf die Betriebsstabilität auswirkt. Unstetige Volumenströme können in diesem Fall durch die variablen Volumenstromregler oder die Regelung des Ventilators, nicht aber durch die konstanten Volumenstromregler ausgelöst werden. Deshalb empfiehlt es sich bei Auftreten von Problemen immer auch die Regelung des Ventilators zu überprüfen.

Die Genauigkeitsüberprüfung hat ergeben, dass die mechanischen Volumenstromregler einer Kennlinie folgen (siehe Abb. 2). Bei genügend hohem Vordruck konnte die gewünschte Genauigkeit der Hersteller von +/- 10 % nachgewiesen werden. Weiter wurde kein erhöhter Energiebedarf im Betrieb festgestellt.

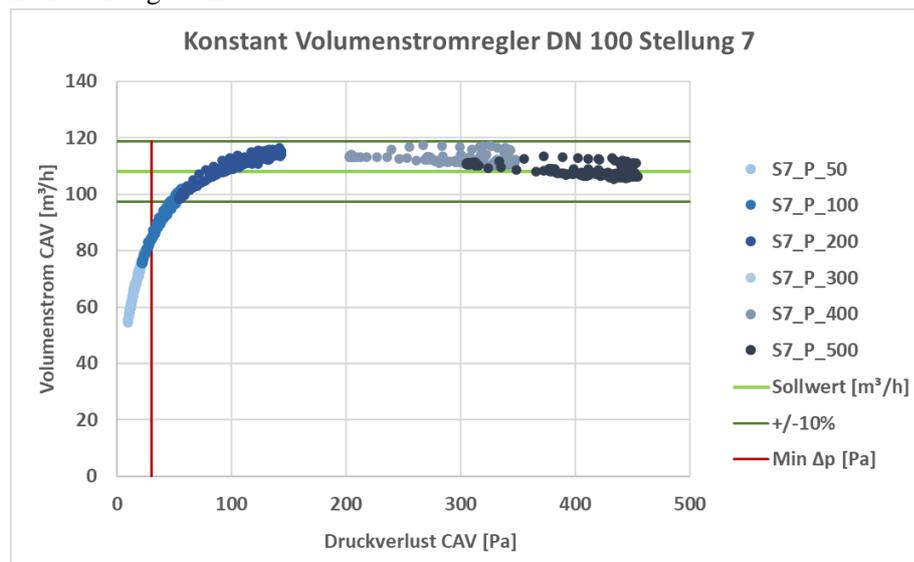


Abb. 2: Druckverlust-Volumenstrom Messpunkte des CAV Typ Balg DN 100 Stellung 7

Empfehlungen und Ausblick

Die gewonnenen Erkenntnisse verdeutlichen, dass je nach Funktionsprinzip unterschiedliche Empfehlungen ausgesprochen werden müssen. Es empfiehlt sich, das Funktionsprinzip eines Balges gegenüber einer Feder zu bevorzugen und in dem Einstellbereich von mittig bis hoch auszulegen. In einigen Bereichen konnten nicht alle Fragestellungen und Hypothesen abschliessend beantwortet werden, was Raum für zukünftige Forschung und Weiterentwicklung branchenspezifischer Empfehlungen zur Förderung effizienter Luftverteilung offenlässt. Denkbar wären Langzeitmessungen in Problemanlagen, um die Ursachen für die erhöhten Energieverbräuche, Schwingungen oder Alterungseffekte zu ermitteln.

Die Studierenden: Oliver Bachmann, Philippe Stalder