



VDI BV FRANKFURT-DARMSTADT e. V.



Technik & Mensch

ENERGIEEFFIZIENZ

Innovative Lüftungstechnik spart Energie

Seit 2013 untersucht ein Projektteam unter Federführung der Universität Kassel, ob sich mit dem Einsatz dezentraler Ventilatoren in raumlufttechnischen Anlagen Energie einsparen lässt. Die Ergebnisse sind spannend. Besonders bei Lüftungsanlagen in Nicht-Wohngebäuden und in Räumen mit variierendem Luftbedarf lohnt sich die innovative Technik: Hier können Einsparungen von über 50 Prozent erzielt werden. Das innovative Lüftungssystem wird am 22. März auf einem Workshop zum TGA-Kongress in Berlin vorgestellt.

Mechanische Lüftungsanlagen sind ein zentrales Element energieeffizienter, nachhaltiger Gebäude. Sie sorgen für die Abfuhr von Luftverunreinigungen und Feuchte aus Gebäuden und sichern die erforderliche Luftqualität. In Verbindung mit einer Wärmerückgewinnung leisten sie zudem einen entscheidenden Beitrag zur Reduktion des Energieaufwands. Von zentraler Bedeutung ist dabei ein möglichst geringer Ventilatorstromverbrauch. Erreicht werden kann dies u. a. durch eine bedarfsabhängige Volumenstromregelung etwa über CO₂-Sensoren. Die Anpassung des Luftvolumenstroms erfolgt heute üblicherweise durch variable Volumenstromregler. Die vom Ventilator in der Lüftungszentrale aufgebaute Druckdifferenz wird im Kanalnetz gezielt abgedrosselt, um den Volumenstrom auf die einzelnen Räume aufzuteilen und an den jeweiligen Bedarf anzupassen. Diese Drosselung sollte aus Energieeffizienzgründen jedoch möglichst weit reduziert oder sogar vermieden werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Einsatz dezentraler Ventilatoren zur Luftförderung in zentralen RLTA-Anlagen insbesondere bei Nicht-Wohngebäuden – 03ET1200A“ wurde nun ein innovativer Ansatz untersucht: Dabei werden die Volumenstromregler im Kanalnetz durch Ventilatoren ersetzt, die die

Druckerhöhung dezentral an den Stellen und in der Höhe aufbauen, wie es für die Luftförderung nötig ist. Die energieaufwändige Drosselung des Volumenstroms entfällt damit.

Teilnehmer des vom Bundeswirtschaftsministerium auf Beschluss des deutschen Bundestages geförderten Forschungsprojekts sind die Universität Kassel – Fachgebiet Technische Gebäudeausrüstung (Projektleitung), das Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (früher IBP und IWES), ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG und innovaTec Energiesysteme GmbH. Die folgenden Darstellungen basieren auf den Dissertationen von Niklas Alsen und Tobias Klimmt.

Die Systeme im Vergleich

In konventionellen Systemen mit Variabel-Volumenstromreglern (VSR-System, Abbildung 1 links) wird der Druck im Hauptkanal durch die Zentralventilatoren konstant auf einem fest eingestellten Wert gehalten. Dieser Sollwert des Vordrucks ergibt sich aus dem Druckverlust des strömungstechnisch am ungünstigsten gelegenen Strangs beim Auslegungsvolumenstrom. Die Variabel-Volumenstromregler drosseln den Vordruck durch Veränderung des Klappenwinkels definiert ab, so dass nur der erforderliche Volumenstrom in den zu belüftenden Raum strömt.

Beim innovativen System mit dezentralen Ventilatoren (dVt-System, Abbildung 1 rechts) werden die Volumenstromregler durch dezentrale Ventilatoren ersetzt. Außerdem wird der Vordruck auf 0 Pa gegenüber Umgebung geregelt.

Die Zentralventilatoren der Lüftungszentrale gleichen nur noch die Druckverluste bis zum Drucksensor aus (v.a. Komponenten der Lüftungszentrale). Die neu hinzugekommenen dezentralen Ventilatoren erzeugen die erforderliche Druckerhöhung vom Drucksensor bis zum belüfteten Raum.

Die energetische Vorteilhaftigkeit des dVt-Systems im Vergleich zum VSR-System mit konstantem Vordruck ergibt sich aus den hierdurch vermiedenen Drosselverlusten. Im VSR-System treten zwei Drosselvorgänge auf:

- die Drosselung zum Luftmengenabgleich (analog zum hydraulischen Abgleich bei Heizungsanlagen, in Abbildung 2 grün schraffiert).
- die Drosselung zur bedarfsabhängigen Luftmengenreduktion (analog zum Regeleingriff von Thermostatventilen bei Heizungsanlagen, in Abbildung 2 rot schraffiert).

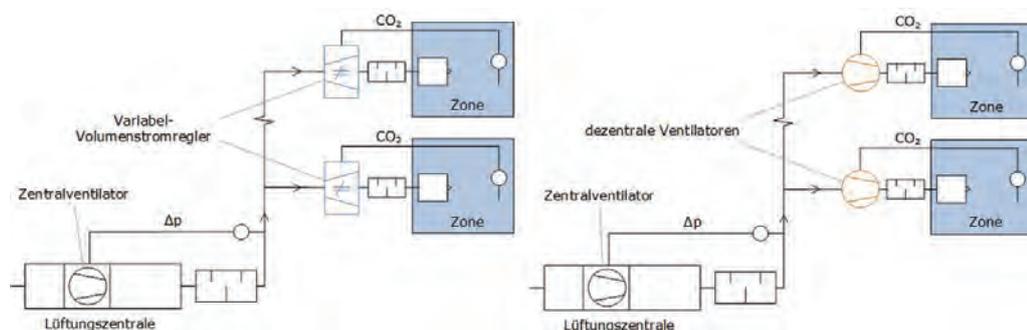


Abbildung 1: Schema eines VSR-Systems (links) und eines dVt-Systems (rechts) [Dissertation Klimmt]

Während die Drosselung zur Luftmengenverteilung immer auftritt (Drosselvorgang 1), wenn ein Raum Luft anfordert und dieser nicht am Schlechtpunkt liegt, fällt die Drosselung zur Luftmengenreduktion nur im Teillastfall an (Drosselvorgang 2).

Abbildung 2 veranschaulicht diesen Zusammenhang am Beispiel eines Großraumbüros, das von 8 Uhr bis 12 Uhr mit 10 Personen voll- und anschließend nur noch mit 6 Personen teilbelegt ist. Bei voller Belegung erreicht die CO₂-Konzentration nach kurzer Zeit ihren Grenzwert, sodass der zugehörige Volumenstromregler öffnet, bis der Nennvolumenstrom erreicht wird. Um 12 Uhr verlassen 4 Personen den Raum, wodurch sich die CO₂-Emissionen reduzieren. Der Volumenstromregler erhöht den Strömungswiderstand und reduziert damit den zugeführten Volumenstrom, sodass der CO₂-Grenzwert eingehalten wird.

Die schraffierten Flächen visualisieren die beim VSR-System auftretenden Drosselverluste. Werden dezentrale Ventilatoren statt Volumenstromreglern eingesetzt, können die Drosselverluste vermieden werden. Dies reduziert die von den Ventilatoren aufzubringende Druckerhöhung und damit die elektrische Ventilatorleistung. Die Ventilatorleistungen im Teillastbetrieb zeigt Abbildung 3. Dargestellt sind berechnete Leistungen (gestrichelte Kurven) und die am Lüftungsversuchsstand des Fachgebiets TGA der Universität Kassel gemessenen Leistungswerte (Punkte). Die rote Linie bzw. die gelben Punkte beschreiben das VSR-System, die schwarze Kurve bzw. grünen Punkte das innovative dVt-System. Betrachtet ist die Zuluftseite, wobei beim dVt-System die Summe aller Zuluftventilatoren (zentral + dezentral) dargestellt ist.

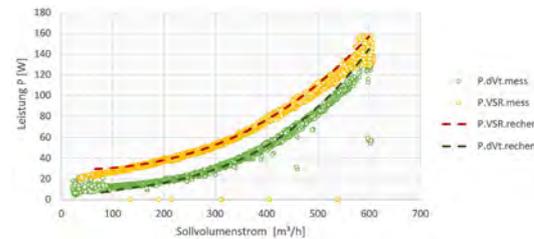
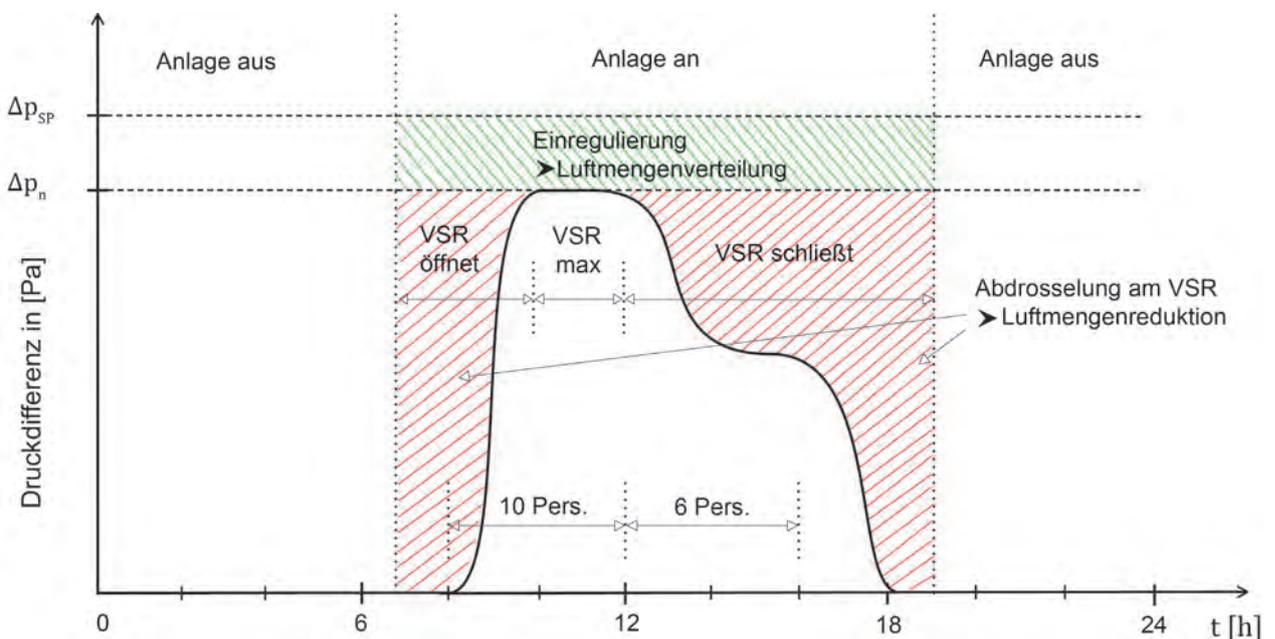


Abbildung 3: Vergleich von gemessener und berechneter Ventilatorleistung (Zuluft) für VSR und dVt-System [Dissertation Alsen]

Einsparungen zwischen 10 und 50 Prozent

Es wird deutlich, dass sich die Energieeinsparung vom dVt-System insbesondere aus dem geringeren Leistungsbedarf im Teillastfall generiert, da hier sowohl Drosselvorgang 1 als auch 2 vermieden werden können. Vorteilhaft für die Energieeinsparung beim dVt-System wirken sich aus:



Δp_{SP} : Druckerhöhung des Ventilators zum Schlechtpunkt der Lüftungsanlage
 Δp_n : Nenndruck des betrachteten Stranges
 VSR: Volumenstromregler

Abbildung 2: Drosselvorgänge bei bedarfsabhängiger Luftmengenreduktion mit Volumenstromreglern [Dissertation Alsen]

- häufige und ausgeprägte Teillastzustände

- hohe Auslegungsdruckverluste des Kanalnetzes

- hohe Unterschiede zwischen den Druckverlusten der einzelnen Stränge.

Die erzielbare Energieeinsparung durch das dVt-System reduziert sich, wenn die Nennvolumenströme der dezentralen Ventilatoren gering sind, da kleine Ventilatoren unter 250 m³/h merklich niedrigere Wirkungsgrade haben.

Betriebserfahrungen

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde das dVt-System an einem Lüftungsversuchsstand für unterschiedliche Betriebsituationen unter Laborbedingungen getestet. Erste reale Betriebserfahrungen gibt es aus dem „Zentrum für Umweltbewusstes Bauen“ in Kassel, wo das dVt-System eingebaut wurde. Das Betriebsverhalten wird seit Sommer 2017 messtechnisch analysiert. Die bisherigen Erfahrungen sind positiv. Das dVt-System weist ein robustes und fehlerfreies Betriebsverhalten auf. Die Energieeinsparung gegenüber



Abbildung 4: Lüftungsversuchsstand am Fachgebiet Technische Gebäudeausrüstung der Universität Kassel (links das modulare Zentralgerät, rechts die versorgten Testräume).

der Bestandsanlage beträgt ca. 27% und entspricht damit den Erwartungen.

Workshop auf TGA-Kongress

Die Forschungsergebnisse sind in einem Planungsleitfaden zusammengefasst und werden am 22. März auf dem Workshop „Dezentrale Ventilatoren

in zentralen RLT-Anlagen“ im Rahmen des TGA-Kongresses in Berlin der Fachöffentlichkeit vorgestellt (www.tga.uni-kassel.de). Die Anmeldung ist bis zum 12. März über klimmt@uni-kassel.de möglich.



Prof. Dr. Jens Knissel



Dr. Niklas Alsen



Tobias Klimmt M. Eng.
 Fachgebiet Technische
 Gebäudeausrüstung
 am Fachbereich
 Architektur, Stadtplanung,
 Landschaftsplanung der
 Universität Kassel