



REDUKTION DES ELEKTRIZITÄTS- VERBRAUCHS VON KLEIN- LÜFTUNGSANLAGEN

Jahresbericht 2007

Autor und Koautoren	Rudolf Furter
beauftragte Institution	Hochschule Luzern Technik & Architektur
Adresse	Technikumstr. 21, 6048 Horw
Telefon, E-mail, Internetadresse	041 349 32 70. rudolf.furter@hslu.ch , www.hslu.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	101977/152440
BFE-Projektleiter	Charles Filleux
Dauer des Projekts (von – bis)	01.01.2007-31.10.2008
Datum	23.11.2007

ZUSAMMENFASSUNG

In der ersten Projektphase wurden Messresultate von bereits durchgeführten Messungen hinsichtlich der spezifischen Ventilatorleistung p_{SVP} ausgewertet. Insgesamt wurden 6 Geräte bei dieser Untersuchung betrachtet. Bei den heutigen Geräteprüfungen in Deutschland und in der Schweiz wird ein typischer Druckverlust von 200 Pa für das gesamte Luftkanalnetz bei Komfortlüftungsanlagen angenommen. Um den Einfluss des Druckverlustes des Kanalnetzes auf die spezifische Ventilatorleistung p_{SVP} aufzuzeigen, wurden Werte von 50 Pa bis 150 Pa je für Zuluft- und Abluftkanalnetz angenommen. Es zeigt sich, dass bei 100 Pa je Luftkanalnetz der Zielwert nach SIA Merkblatt 2023 nicht mehr erreicht wird. In früher erfolgten Feldmessungen wurden zwar Luftvolumenströme und die elektrische Leistungsaufnahme ermittelt, der Druckverlust der Lüftungsanlage wurde leider praktisch nie gemessen. Deshalb wurden jetzt an einigen Anlagen exemplarisch Druckverlustmessungen durchgeführt. Es handelt sich durchwegs um neuere Anlagen. Die Ergebnisse entsprechen den Erwartungen, d.h. es gibt grosse Unterschiede bei den Druckverlusten. Es ist offensichtlich, dass bei der Planung und/oder Ausführung des Luftnetzes nicht immer sorgfältig genug vorgegangen wird. Es gibt aber auch gute Beispiele. Es hat sich bestätigt, dass zur Erreichung eines tiefen spezifischen Energieverbrauchs für die Luftförderung zwei Ansätze verfolgt werden müssen. Der erste Ansatz ist die Optimierung des Druckverlustes des Lüftungsgerätes und der zweite Ansatz die optimale Planung des Luftnetzes. Der Hersteller des Lüftungsgerätes kommt zum Beispiel bei den Luftfiltern in einen Zwiespalt. Bessere Filter haben höhere Druckverluste. Auch die Hersteller von Komponenten für die Luftverteilung haben teilweise noch Handlungsbedarf bezüglich der Auslegedaten für Druckverlust aber auch für die schalltechnische Auslegung. Es ist bekannt, dass hohe Druckverluste in der Regel auch höhere Schalldruckpegel zur Folge haben, und die Schallproblematik nimmt an Wichtigkeit deutlich zu. Im Zusammenhang mit der Optimierung der Lüftungsgeräte wurde eine erste strömungstechnische Verbesserung mit CFD-Simulation durchgeführt. Mit dieser Simulation wurde die Ventilatorabströmung analysiert und Verbesserungsmaßnahmen vorgeschlagen. Der Erfolg dieser Massnahmen muss noch mit Messungen überprüft werden.

Projektziele

SIA-Normen und das SIA-Merkblatt 2023 [1] stellen Anforderungen an den spezifischen Energieverbrauch für die Luftförderung. Bei Kleinanlagen wird aber der im SIA-Merkblatt genannte Zielwert von $0.2 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ in der Praxis praktisch nie erreicht, selbst der Grenzwert von $0.42 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ wird bei Erfolgskontrollen oft überschritten. Damit kleine einfache Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (auch Komfortlüftungen genannt) einen elektrothermischen Verstärkungsfaktor von über 15 erreichen, ist der oben genannte Zielwert in realen Anlagen anzustreben.

Heute werden in der Schweiz pro Jahr gut 3000 Wohneinheiten mit wohnungsweisen Lüftungsanlagen (Komfortlüftungen) ausgerüstet, die Tendenz ist steigend (Quelle: *energie-cluster.ch*). Zusätzlich dürften in kleineren Dienstleistungs- und Schulgebäuden ca. 2000 Anlagen gebaut werden, die eine ähnliche Grösse haben.

Bei heutigen Anlagen ist pro Wohnung (oder ca. 100 m^2 Bürofläche) mit einem Elektrizitätsverbrauch für die Luftförderung von rund 300 bis 400 kWh/Jahr zu rechnen. Beim Einhalten des genannten Zielwertes liesse sich dieser Energieverbrauch um 30 bis 40 % reduzieren. Für eine grobe Potentialabschätzung wird angenommen, dass durch das Projekt die Erreichung des Zielwertes um etwa 5 Jahre beschleunigt wird. Die in diesem Zeitraum installierten Anlagen (schätzungsweise 25'000) würden dadurch pro Jahr rund 3 GWh weniger Elektrizität verbrauchen, was eingesparten Energiekosten von geschätzt 500 kFr. pro Jahr entspricht.

Der Projektablauf ist in 6 Teilgebiete gegliedert. Als erster Teil erfolgt eine **Analyse heutiger Kleinlüftungsanlagen**. Aufgrund dieser Analyse wird ein **Modell zur Beurteilung von Verbesserungsmaßnahmen** erstellt. Es werden **Massnahmen an Kompaktlüftungsgeräten** getroffen. Solche Verbesserungsmaßnahmen z.B. an der An- und Abströmseite der Ventilatoren werden mit CFD-Simulationen durchgeführt. Ein weiteres Teilgebiet ist die **Verbesserung von Komponenten und Systemen**. Damit soll erreicht werden, dass der Druckverlust des Luftverteilnetzes möglichst gering (Annahme max. 100 Pa je für Aussen-/Zuluft und Ab-/Fortluft) wird. Es soll eine **Dokumentation von Musterlösungen** erstellt werden. Die **Umsetzung** wird durch *energie-cluster.ch* erfolgen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Im ersten Projektteil wurden im Labor mehrere Kompaktlüftungsgeräte bezüglich der spezifischen Ventilatorleistung p_{SVP} überprüft. Dabei wurden Druckverluste für die Luftverteilung von 50 Pa bis 150 Pa je für Zuluft- und Abluftnetz angenommen. Im nachstehenden Diagramm (Fig. 1) sind 6 Lüftungsgeräte mit einem externen Druckverlust von je 100 Pa dargestellt. Es handelt sich um 3 Geräte mit Konstantvolumenstromregelung und 3 Geräte mit konstanter Kennlinie bei unterschiedlichen Ventilator Drehzahlen.

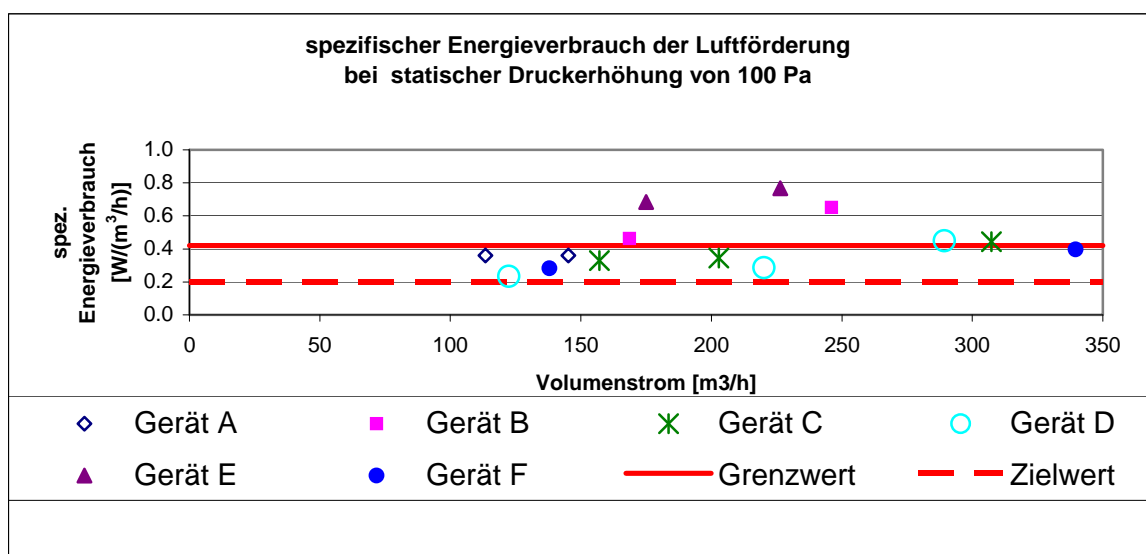


Fig. 1: Spezifischer Energieverbrauch p_{SVP} bei verschiedenen Lüftungsgeräten

Die Resultate zeigen, dass kein einziges Gerät mehr den Zielwert nach SIA Merkblatt 2023 erreicht. Bei 50 Pa Anlagedruckverlust erreichte lediglich Gerät D beim kleineren Volumenstrom noch klar den Zielwert von $0.2 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$. Das Lüftungsgerät D ist Konstantvolumenstrom geregelt. Etwa 50 % der Messwerte liegen zwischen Ziel- und Grenzwert nach SIA Merkblatt 2023 und weitere 50 % liegen über dem Grenzwert von $0.42 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$. Bei einem Druckverlust von 150 Pa liegt lediglich noch Lüftungsgerät D zwischen Ziel- und Grenzwert, einige liegen noch Bereich des Grenzwertes und insbesondere Geräte ohne Konstantvolumenstromregelung liegen deutlich über dem Grenzwert.

Es zeichnet sich somit deutlich ab, dass Lüftungsgeräte und Luftkanalnetz bezüglich Druckverlust optimiert werden müssen.

Um die labortechnisch simulierten Druckverluste des Luftkanalnetzes zu überprüfen, wurden einige Feldmessungen durchgeführt. Die stichprobenmässig durchgeführten Messungen zeigen teilweise ein düsteres Bild. In zwei Anlagen wurde eine gute Balance zwischen Aussen- und Fortluft festgestellt und ebenfalls Druckverlustwerte kleiner als 100 Pa für den Normalbetrieb. In einem weiteren Objekt war eine erhebliche Disbalance der Volumenströme und sehr grosse Unterschiede bei den Druckverlusten im Kanalnetz festzustellen. Dies ist möglicherweise auch die Ursache für die Disbalance der Luftvolumenströme. Es können weitere Druckverlustmessungen im Rahmen eines anderen Projektes in zwei Minergie-P® Gebäuden durchgeführt werden. Es liegen erst Daten eines Gebäudes vor. Auch hier sind grosse Unterschiede zwischen Zuluft- und Fortluftnetz vorhanden. Der Handlungsbedarf für die Optimierung beim Kanalnetz ist offensichtlich sehr gross.

Im Rahmen der Verbesserungsmaßnahmen an Lüftungsgeräten wurden mit einem Projektpartner für eine Geräteentwicklung CFD-Simulationen (Fig. 2, Fig. 3) durchgeführt. Es wurde die Abströmseite des Ventilators untersucht. Durch die Verbesserungsmaßnahmen, die beim Prototyp realisiert wurden, wird eine Verbesserung von 5 bis 10 % des Wirkungsgrades abgeschätzt. Das wird im Labor experimentell überprüft werden. Es hat sich aber auch gezeigt, dass die Realisierung von strömungstechnischen Verbesserungen in der Praxis nicht immer einfach zu realisieren sind, da die geräteinterne Luftführung oft sehr kompliziert ist.

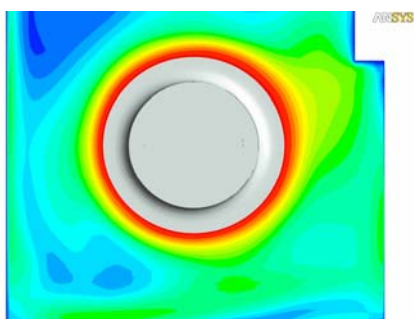


Fig. 2: Ausgangssituation

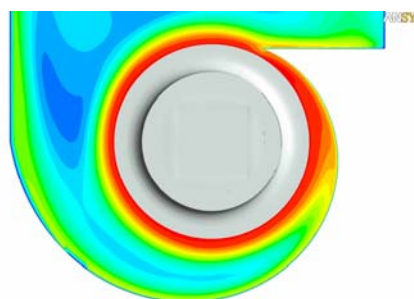


Fig. 3: CFD Optimierung

Nationale Zusammenarbeit

An diesem Projekt sind folgende nationalen Organisationen beteiligt:

- energie-cluster.ch, Seilerstrasse 22, 3011 Bern. Zuständig für die Umsetzung der Erkenntnisse.
- Axpo Vertriebs AG, Weststrasse 50, 8036 Zürich als Sponsor.

Internationale Zusammenarbeit

In diesem Projekt gibt es keine internationale Zusammenarbeit.

Bewertung 2007 und Ausblick 2008

Die Analyse heutiger Kleinlüftungsanlagen ist weitgehend abgeschlossen. Die Industriepartner in diesem Projekt liefern oft nur das Lüftungsgerät und haben keinen direkten Einfluss auf das Lüftungskonzept, das durch Dritte geplant und ausgeführt wird. Dies machte die Unterlagenbeschaffung teilweise etwas schwierig. Aus diesem Grund wurden auch Anlagen von Nichtprojektpartnern untersucht, da hier gute Dokumentationen vorliegen. Die Analyse der Schwachstellen unter Berücksichtigung der Druckverlustmessungen ist noch in Arbeit. Parallel dazu wird noch am Modell zur Beurteilung von Verbesserungsmassnahmen gearbeitet. Mit der geplanten Deklaration für Lüftungsgeräte [2] sind Synergien zu erwarten. Diese Arbeiten werden jedoch erst im Jahr 2008 starten. Ob noch weitere CFD-Berechnungen durchgeführt werden, wird nach der messtechnischen Überprüfung der Verbesserungsmassnahmen für den Prototyp entschieden. Die erste Simulation hat gezeigt, dass der Aufwand dafür sehr gross ist und das vorgesehene Projektbudget sprengen könnte. Es hat sich auch gezeigt, dass der Spielraum für Verbesserungsmassnahmen im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium (Nullserie) klein ist. Es ist geplant, am Geräteprototyp auch Verbesserungsmassnahmen am Ventilatormotor zu untersuchen. Dies wird aber erst nach Abschluss der thermodynamischen Messungen möglich sein. Die Industriepartner müssen stärker in das Projekt eingebunden werden, damit die geplanten Ziele erreicht werden können. Für die geplante Dokumentation von Musteranlagen ist es eher fraglich, ob noch rechtzeitig mit den Projektpartnern Musteranlagen realisiert werden können.

Referenzen

- [1] SIA: **Merkblatt 2023 Lüftung in Wohnbauten**, 2004-06
- [2] http://www.energie-cluster.ch/bereiche/wtt/ag_komfortlueftung.