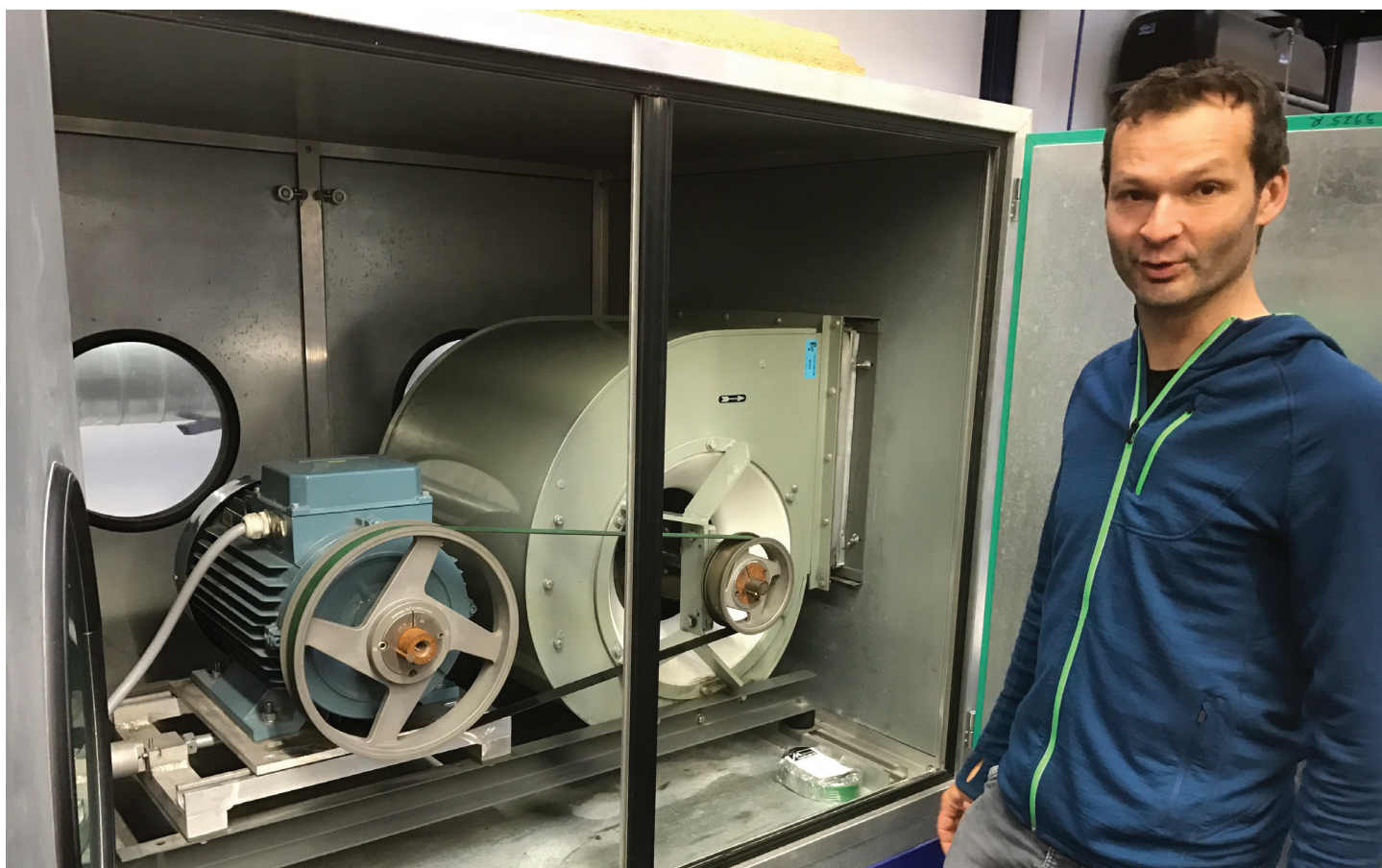


DAMIT KLIMAAANLAGEN LUFT EFFIZIENT BEWEGEN

Lüftungs- und Klimaanlage sind heute weit verbreitet und leisten unter anderem dank Wärmerückgewinnung einen Beitrag zum haushälterischen Umgang mit Energie. Ein Forschungsprojekt der Hochschule Luzern hat nun gezeigt, dass ein erheblicher Teil der Anlagen die strengen Grenzwerte der SIA-Norm 382/1 zur Zeit nicht einhält. Um den Energieverbrauch weiter zu drosseln, sollte nach Meinung der Wissenschaftler bei der Anlagensteuerung angesetzt werden. Hier betrage das Effizienzpotenzial 20 und mehr Prozent.



HSLU-Forscher Christoph Dahinden mit einem Lüftungsventilator im Forschungslabor des Zentrums für Integrale Gebäudetechnik in Horw bei Luzern. Die Antriebsenergie des Elektromotors wird mit einem Keilriemen auf den Ventilator übertragen. Foto: B. Vogel

Lüftungs- und Klimaanlage kommt im heutigen Gebäudepark eine eminente Bedeutung zu. Das lässt sich allein schon am Energieverbrauch ablesen: In der Schweiz werden rund 13% der elektrischen Energie für die Luftförderung verwendet. Damit liegt es auf der Hand, diese Anlagen so energie-sparend zu betreiben, wie es der neuste Stand der Technik erlaubt.

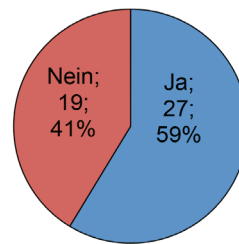
Die Vorgaben des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA) haben zentrale Bedeutung für energieeffizientes Bauen in der Schweiz. So enthält die SIA-Norm 382/1 die massgeblichen Bestimmungen für den Betrieb von Lüftungs- und Klimaanlage. Die aktuelle Version der Norm stammt aus dem Jahr 2014. In den letzten Jahren haben Planer und Vertreter der Lüftungsbranche immer wieder beanstandet, die Anforderungen der Norm seien sehr streng und könnten nur bedingt umgesetzt werden. Forscher des Zentrums für Integrale Gebäudetechnik (ZIG) an der Hochschule Luzern (HSLU) haben nun in einem zweijährigen Forschungsprojekt (EFFILUFT) untersucht, wie die Norm bei der Planung von Lüftungs- und Klimaanlage umgesetzt wird und ob die darin enthaltenen Grenzwerte im Betrieb eingehalten werden. Das Projekt wurde vom Bundesamt für Energie finanziell unterstützt.

Viele Anlagen verletzen die SIA-Norm

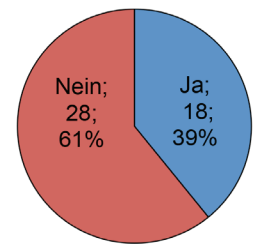
Die zentrale Erkenntnis der Luzerner Forscher: Zwischen SIA-Norm 382/1 und der Realität klafft ein beträchtlicher Graben. Dabei besonders erstaunlich: Die Vorgaben der SIA-Norm werden nicht nur im Betrieb in vielen Fällen nicht eingehalten, sondern sie werden bereits in der Planung der Anlagen verpasst. Zu diesem ernüchternden Befund gelangten die Wissenschaftler beim Studium der Datenblätter zu 46 Lüftungs- und Klimaanlage. In ihre Untersuchung haben sie mittlere und grosse Anlagen (Volumenströme von 2'500-46'000 m³/h) mit Baujahr 2005 und jünger einbezogen. Die Forscher richteten ihr Augenmerk auf die spezifische Ventilatorleistung (SFP). Die SFP setzt den Stromverbrauch des Ventilators ins Verhältnis zum erzeugten Volumenstrom (W/m³ h) und dient damit als Kennzahl für die energetische Effizienz von Lüftungs- und Klimaanlage. 19 der 46 Anlagen verpassten die SIA-Norm bereits in der Planung (vgl. Grafik rechts oben).

Ähnlich ernüchternd war der Befund, als die Luzerner Forscher an 14 zufällig ausgewählten Anlagen Feldmessungen vornahmen und dabei den SFP empirisch bestimmten. Jetzt

ZUL: Einhaltung SFP oder Einzelanforderungen Auslegung

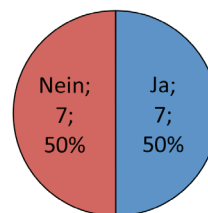


ABL: Einhaltung SFP oder Einzelanforderungen Auslegung

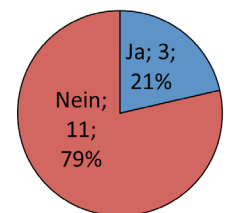


Die Zuluftventilatoren (ZUL; Grafik links) halten in 19 von 46 untersuchten Lüftungs- und Klimaanlage die Anforderungen der SIA-Norm 382/1 gemäss Planungswerten nicht ein. Bei den Abluftventilatoren (ABL; Grafik rechts) verstossen sogar 28 von 46 untersuchten Ventilatoren gegen die Vorgaben. Grafiken: ZIG/HSLU

SFP Grenzwert Messung ZUL erreicht?

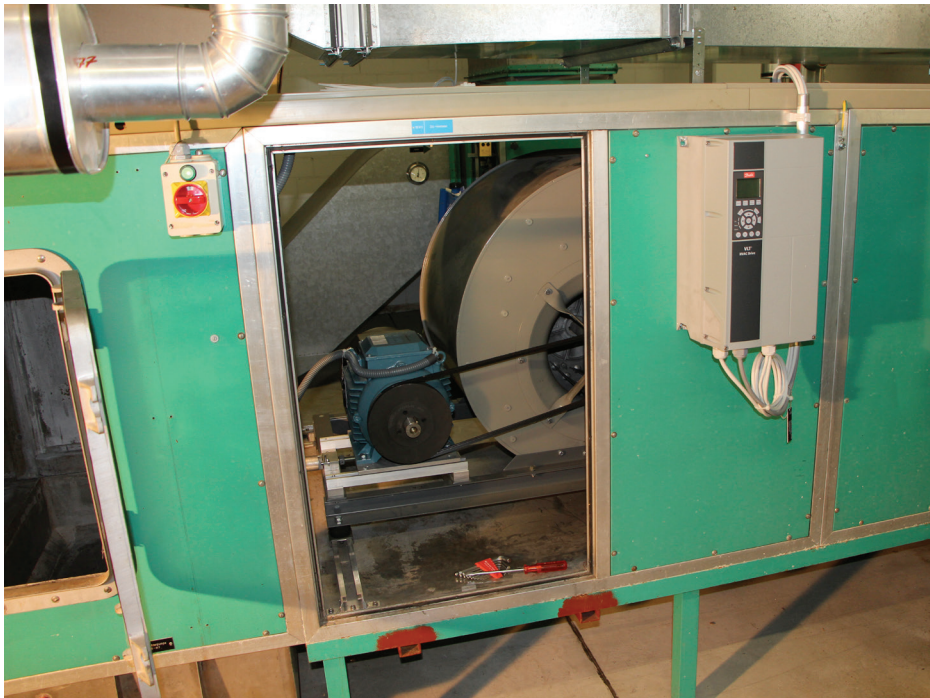


SFP Grenzwert Messung ABL erreicht?



Die Zuluftventilatoren (ZUL; Grafik links) halten in 7 von 14 untersuchten Lüftungs- und Klimaanlage die Anforderungen der SIA-Norm 382/1 im Feldtest nicht ein. Bei den Abluftventilatoren (ABL; Grafik rechts) verstossen sogar 11 von 14 untersuchten Ventilatoren gegen die Vorgaben. Grafiken: ZIG/HSLU

war es die Hälfte der Anlagen (7 von 14), welche den Grenzwert der SIA-Norm überschritten (vgl. Grafik oben). Christoph Dahinden, der als wissenschaftlicher Mitarbeiter am ZIG arbeitet und das Forschungsprojekt geleitet hat, ist vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse der Meinung, die SIA-Norm stelle heute unrealistisch hohe Anforderungen. Er ruft nach einer Überarbeitung: «Die Norm stellt Anforderungen, die sich nicht einhalten lassen. Es wäre sinnvoll, die Grenzwerte anzupassen, also weniger restriktiv anzusetzen», so Dahinden. Der HSLU-Forscher regt auch eine Verbesserung der Herstellerangaben zum SFP an. Hersteller sollten verpflichtet werden, den SFP auf integrierten Lüftungs- und Klimamodulen mit Ventilator, Wärmerückgewinnung und Heizregister (Monoblöcken) klar auszuweisen (inklusive Herleitung).



Alt und neu im Vergleich: Links ein alter Ventilator mit Spiralgehäuse, Keilriemenantrieb und Frequenzumformer; recht ein moderner EC-Radialventilator. Fotos: ZIG/HSLU

SIA-Norm vor der Überarbeitung

SIA-Normen gelten in der Schweiz als Regeln der Baukunde. Das bedeutet u.a., dass ein Auftraggeber davon ausgehen kann, dass die von ihm bestellten Planungsleistungen und Anlagen die Anforderungen der SIA-Normen erfüllen. Ein allfälliges Abweichen von Normen muss explizit vereinbart werden. In einigen Fällen werden Berechnungsverfahren und Anforderungen aus Normen von Gesetzen gestützt resp. gefordert. In diesen Fällen ist ein Wegbedingen selbstverständlich nicht möglich. Staatliche Instanzen üben aber keine Kontrolle über das Normenwesen aus. Wie andere Normenvereinigungen ist auch der SIA eine privatrechtliche Institution. Normen schaffen ein gemeinsames Verständnis von technischer Bauqualität. Damit werden einerseits Bauherren vor Mängeln geschützt, aber auch Planer, ausführende Firmen und Lieferanten haben eine Handhabe gegenüber allfälligen überhöhten Ansprüchen von Bestellern.

Die aktuelle Version der Norm 382/1 datiert aus dem Jahr 2014. Damals waren die Bestimmungen der vorgängigen Norm aus dem Jahr 2007 dem aktuellen Stand der Technik angepasst worden. Wie andere SIA-Normen wird auch die 382/1 regelmässig den neusten Gegebenheiten und dem Stand der Technik angepasst. Der Entwurf für eine neue Version soll in den kommenden Monaten vorliegen. Hauptgrund

für die neuerliche Überarbeitung sind Änderungen im europäischen Recht, die in die Schweizer Norm übernommen werden sollen.

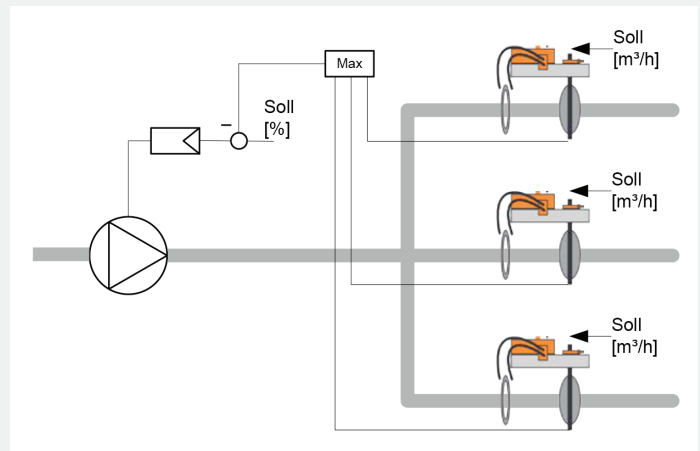
Lüftungingenieure ziehen ihre Lehren

Bei dieser Gelegenheit werde die zuständige SIA-Normenkommission auch die jüngsten Forschungsergebnisse der HSLU mit einbeziehen, sagt Prof. Heinrich Huber, der an der HSLU als hauptamtlicher Dozent Gebäudetechnik unterrichtet und Mitglied der erwähnten SIA-Normenkommission ist. «Die Norm scheint tatsächlich sehr hart zu sein, und wir werden in der Kommission zu diskutieren haben, ob die Norm in der vorliegenden Form ihren Zweck erfüllt», sagt Huber, einer der führenden Experten für Wohnungslüftung in der Schweiz. Dabei sei auch darauf zu achten, dass Einzelanforderungen (maximaler Förderdruck) mit den Systemanforderungen (SFP) kongruent sind, was heute offenkundig nicht der Fall sei.

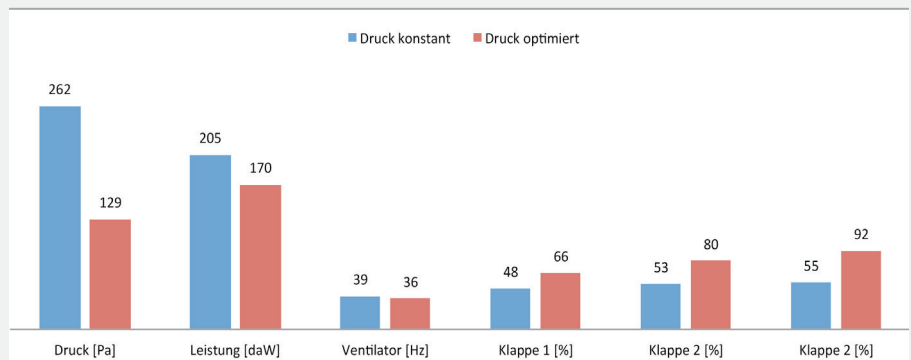
SIA-Normen sind immer so gut wie ihre praktische Umsetzung. «Es muss darüber diskutiert werden, wie bei den Planern und allenfalls auch bei den Herstellern für dieses Thema ein höherer Stellenwert erreicht werden könnte», sagt Rolf Moser, Leiter des BFE-Forschungsprogramms «Gebäude und Städte». Angesprochen ist damit unter anderem auch die

DRUCKOPTIMIERTE REGELUNG ERMÖGLICHT HOHE ENERGIEERSPARNIS

Lüftungs- und Klimaanlage haben noch ein erhebliches Potenzial für Effizienzmassnahmen. Eine mögliche Massnahme besteht darin, die Anlagen mit modernsten Ventilatoren auszustatten und das Kanalnetz bei Neuanlagen (und bei Altanlagen soweit möglich) optimal zu dimensionieren. Die Luzerner Forscher haben in der Lüftungsanlage der HSLU einen alten Ventilator durch einen neuen EC-Radialventilator der modernsten Technik ersetzt. Sie konnten mit diesem Schritt 7% Energie einsparen. Das ist zwar nicht unwesentlich, dennoch geben sich die Luzerner Forscher überzeugt, dass das eigentliche Einsparpotenzial nicht bei den Ventilatoren liegt, sondern bei der Anlagenregelung.



Das Zauberwort heisst: druckoptimierte Regelung. Diese Optimierung kann bei Lüftungs- und Klimaanlage umgesetzt werden, die über variable Volumenstromregler (VAV) für einzelne Zonen verfügen (die Grafik oben zeigt eine Lüftungsanlage mit VAV für drei Einzelräume). Diese VAV haben das Ziel, den Luftstrom den Bedürfnissen der einzelnen Zonen anzupassen. Nach Dahindens Untersuchung wird dieses Ziel bei vielen Anlagen erreicht, jedoch nicht energieoptimal. «Die Regler stellen einen bestimmte Klappenstellung für den vorgegebenen Volumenstrom ein. Das beste Ergebnis erzielt man aber, wenn der Ventilator so geregelt wird, dass mindestens ein Volumenstromregler beinahe eine komplett geöffnete Klappenstellung einstellt», sagt Dahinden. Damit dies möglich ist, müssen Lüftungs- und Klimaanlage über ein Feedback der VAV-Klappenstellungen verfügen, was heute in der Regel nicht der Fall ist. Dahinden ist aber überzeugt, dass sich diese Aufrüstung in vielen Fällen lohnen würde: «Insbesondere bei Anlagen, die vorwiegend in Teillast betrieben werden, haben wir Effizienzverbesserungen von 23% festgestellt. Durchschnittlich halten wir Verbesserungen von 20% für realistisch», sagt Dahinden. BV



Vergleich der beiden Regelstrategien (konstanter Drucksollwert vs. druckoptimierte Regelung) bei gleichem Betriebspunkt. Grafik: ZIG/HSLU

Hochschule Luzern, eine der wichtigsten Ausbildungsstätten für Lüftungsingenieure in der Schweiz. «Forschungsprojekte wie z.B. EFFILUFT zeigen exemplarisch die gewünschte Wirkung des dreifachen Leistungsauftrags der Fachhochschulen: Das praxisorientierte Wissen unserer Forscher – eben angewandte Forschung – ermöglicht es, reale Probleme zu erkennen und entsprechende Projekte zu initiieren. Die Resultate fliessen in die Aus- und Weiterbildung ein, womit die Studierenden mit aktuellem Wissen versorgt werden», sagt der Luzerner Gebäudetechnik-Dozent Huber.

Einsparungen durch optimierte Anlagensteuerung

Anspruchsvolle Normen, das versteht sich von selbst, sind ein wichtiges Instrument, um der Energieeffizienz zum Durchbruch zu verhelfen. Genau das ist auch die Idee der SIA-Norm 382/1 für Lüftungs- und Klimaanlage. Würde der SFP von allen Lüftungs- und Klimaanlage eingehalten, liessen sich nach einer Schätzung der Luzerner Forscher jährlich gut 4 TWh Strom einsparen. Das entspricht rund sechs Prozent des aktuellen Schweizer Stromverbrauchs. Solange die

SIA-Norm aber von vielen Anlagen in der Wirklichkeit nicht eingehalten wird, kann dieses beeindruckende Einsparpotenzial nicht realisiert werden, betonen die Wissenschaftler der HSLU im Abschlussbericht ihres Projekts: «Da die Anforderungen der Norm als zu anspruchsvoll eingeschätzt werden, muss das theoretische Potenzial relativiert werden.»

Soweit die schlechte Nachricht. Doch die Luzerner Gebäudetechnik-Experten haben auch eine gute Nachricht parat: Bei mittleren und grossen Anlagen lassen sich durch eine Optimierung der Anlagensteuerung (vgl. Textbox S. 4) erhebliche Energieeinsparungen erzielen, wie die Forscher in ihrem Schlussbericht schreiben: «Ein bemerkenswertes Nebenresultat dieser Arbeit ist der exemplarische Vergleich der druckoptimierten Regelung mit einem Ventilatorsatz. Die untersuchte Anlage dürfte typisch für eine grosse Anzahl von bestehenden Lüftungs- und Klimaanlage in mittleren und grösseren Verwaltungsgebäuden, Schulhäusern, Gewerbebauten, Verkaufsläden und Industriebetrieben sein. Das Einsparpotenzial dürfte mindestens so hoch sein wie bei der Umsetzung der heutigen SFP-Anforderungen. Es wird empfohlen, Nachrüstungen auf druckoptimierte Regelungen zu propagieren und zu fördern.»

- **Auskünfte** zu dem Projekt EFFILUFT erteilt Rolf Moser (moser[at]enerconom.ch), Leiter des BFE-Forschungsprogramms Gebäude und Städte.
- Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Gebäude und Städte finden Sie unter folgendem Link: www.bfe.admin.ch/CT/gebaeude.