



Abbildung 1: 90 Prozent unserer Zeit verbringen wir in geschlossenen Räumen. Dabei stehen die positiven Auswirkungen guter Raumluftqualität außer Frage. Gesunde Luft führt zu mehr Behaglichkeit, höherem Leistungsvermögen und dadurch zu weniger Infektionen und allergischen Reaktionen durch luftgetragene Keime und Partikel, womit langfristig auch eine Reduzierung der Krankheitstage einhergeht.

## Luft gut - alles gut?

### Indoor Life Quality in der TGA



Dipl.-Ing. Udo Jung,  
Geschäftsführer,  
verantw. für  
Produktmanagement,  
Produktion, Vertrieb  
sowie Forschung  
und Entwicklung,  
TROX GmbH,  
Neukirchen-Vluyn

Hitze, halb leere Flussläufe, verdorbene Ernten auf verdorrten Feldern – der Hitzesommer 2018 sorgt für Diskussionsstoff. Ist das, was wir im Jahr 2018 erlebt haben, nun der Klimawandel oder vielleicht auch nur ein ganz einfaches Wetterphänomen?

Eine Frage, die nicht nur die breite Öffentlichkeit beschäftigt, sondern ebenso die Wissenschaft. „Attribution science“, die Wissenschaft von der Zuordnung, heißt ein völlig neuer Zweig, der eben solchen Fragen nachgeht. Attributionsforscher fragen sich, ob

solche Phänomene bereits der Klimawandel sind oder ob ein Wetterereignis auch in einer Welt ohne globale Erwärmung aufgetreten sein könnte. So rechneten Forscher aus Oxford Ende Juli 2018 für mehrere Orte Nordeuropas aus, dass die Hitzespitzen dieses Sommers dort durch die globale Erwärmung mehr als doppelt so wahrscheinlich geworden sind.<sup>1</sup>

#### **Wohlfühlklima: Mehr als kalte Luft!**

Wir werden uns zukünftig auf weitere extreme Wetterlagen einstellen müssen. Trotzdem müssen wir tagsüber arbeiten und wünschen uns nachts einen erholsamen Schlaf. Beides ist bei hohen Temperaturen jedoch für viele von uns schlichtweg unmöglich. Nicht verwunderlich ist also, dass der Absatz von Klimageräten 2018 Rekordhöhen erreichte. In den ersten sechs Monaten wurden 74.300 Ventilatoren und Raumklimageräte verkauft, teilte der Bundesverband Technik des Einzelhandels (BVT) in Köln mit. Das waren mehr als drei Mal so viele wie im ersten Halbjahr 2015.

Die Juli-Absätze sind darin noch nicht enthalten. Der BVT geht davon aus, dass in den ersten sieben Monaten 2018 das bereits sehr hohe Vorjahresniveau überschritten wurde. Die Absatzzahlen umfassen alle Elektrogeräte, die irgendwie Kühlung verschaffen – vom schlichten Tischventilator bis zum Monoblock-Klimagerät, das auch schon einmal gut 800 Euro kostet.

Solche Monogeräte pusten die der Raumluft entzogene Wärme über Schläuche nach außen; in der Regel durch ein gekipptes Fenster, durch dessen Spalt permanent warme Außenluft nachströmt. Entsprechend ineffizient sind solche Geräte. Eine weitere Variante sind daher die so genannten Split-Geräte, die aus einer Innen- und aus einer Außeneinheit bestehen und zwischen denen ein Kältemittel zirkuliert.

Der Nachteil ist: Auch solche Geräte können nur Kälte produzieren und daher auch kein echtes Wohlfühlklima schaffen. Für den Hausgebrauch mag das in Ordnung sein – nicht jedoch für Großraumbüros, Schulen, Krankenhäuser, Hotels oder andere bau-



liche Einrichtungen. Hier sind professionelle Geräte gefragt, die nicht nur temperieren, sondern auch andere Parameter überwachen und steuern können, beispielsweise Luftqualität, Luftfeuchte usw. Diese Geräte sollten dabei jederzeit energieeffizient und vor allem bedarfsgerecht arbeiten.

Gerade in diesem Bereich besteht großer Handlungsbedarf und entsprechend hoch sind auch hier die Anforderungen (Abbildung 3). Der Klimawandel und die damit verbundenen Veränderungen haben zwar nur mittelmäßigen Einfluss auf die Erzeugung von Elektrizität, aber einen sehr großen Einfluss jedoch auf den Energiebedarf für die Klimatisierung und Kühlung von Gebäuden.

**Profis für Profis:  
Technische Gebäudeausrüstung (TGA)**

Technische Gebäudeausrüstung (TGA) – für die meisten Menschen ist dieser Begriff ein Synonym für Infrastruktureinrichtungen in Gebäuden, beispielsweise Heizung, Abwasser, Stromversorgung, Kommunikationseinrichtungen, Brandschutz-, Entrauchungs- und Feuerlöschanlagen und Klimatisierung. Selbstverständlich ist das völlig korrekt. Aber wussten Sie, dass es in der TGA um deutlich mehr geht, als „nur“ eine funktionsgerechte Nutzung von Gebäuden sicherzustellen?

Ein Stichwort ist die Produktivität: In unserer industrialisierten Welt benötigen wir ein behagliches Arbeitsumfeld mit reibungslos funktionierenden technischen Einrichtungen. Ebenso wichtig ist die Qualität der Raumluft, aber trotzdem ist sie bis heute ein Stiefkind in der öffentlichen Wahrnehmung. Wie wichtig gerade dieses Thema ist, unterstreichen Erhebungen der WHO: Weltweit zunehmende Emissionen umwelt- und gesund-



Foto: Getty Images/Stockphoto/ XIANGYANG ZHANG

Abbildung 2: Split-Geräte können Räume schnell abkühlen, überwachen aber keine Parameter wie Luftqualität und Luftfeuchte. Sie schaffen daher kein echtes Wohlfühlklima. Sie werden daher in erster Linie für den Hausgebrauch vorgesehen.

heitsschädlicher Schadstoffe belasten immer stärker unsere Atemluft. In Folge dessen sterben rund 8 Millionen Menschen jährlich vorzeitig durch die Folgen erhöhter Feinstaubbelastung; über 4 Millionen davon aufgrund kontaminierter Raumluft mit Staub und anderen Partikeln wie Pollen, Pilz- und Farn-Sporen sowie gasförmigen Verunreinigungen.

90 Prozent unserer Zeit verbringen wir in geschlossenen Räumen. Auch durch diese Tatsache wird deutlich, wie wichtig gute Raumluftqualität (IAQ – Indoor Air Quality)

und ausreichende Luftversorgung sind. Dabei stehen die positiven Auswirkungen guter Raumluftqualität außer Frage: Gesunde Luft führt zu mehr Behaglichkeit, höherem Leistungsvermögen und dadurch zu weniger Infektionen und allergischen Reaktionen durch luftgetragene Keime und Partikel. Damit geht langfristig auch eine Reduzierung der Krankheitstage einher.

**Indoor Air Quality**

Aus Energieeffizienzgründen werden Gebäudehüllen immer dichter, da so ungewollte Lüftungswärmeverluste vermieden werden können. Deshalb ist der Einsatz innovativer raumlufttechnischer Anlagen im Nichtwohnbau aber auch im Wohnbau unumgänglich.

Ein weiterer Aspekt ist die an vielen Orten dieser Welt hohe Feinstaubbelastung der Außenluft. Es ist nicht der Sauerstoffmangel, der zu Ermüdungserscheinungen führt, sondern die hohe Belastung der Luft mit Partikeln und vielen chemischen Substanzen. Über eine raumlufttechnische Anlage wird die belastete Außenluft gefiltert und es wird zuverlässig für ausreichenden Luftaustausch in Gebäuden gesorgt.

Mittlerweile sind sich auch die gesetzgebenden Gremien über den hohen Nutzen raumlufttechnischer Anlagen im Klaren und wollen auch das öffentliche Bewusstsein darüber stärken. Im Oktober 2017 wurde der Vorschlag des Komitees ITRE (Industrie,

Grafik: TROX GmbH, Datenquelle: BAFU

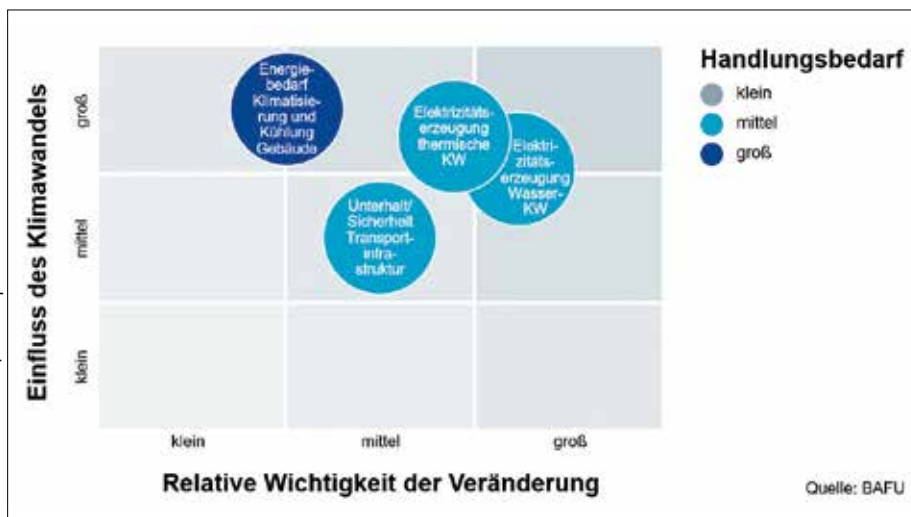


Abbildung 3: Einfluss des Klimawandels auf Wichtigkeit der Veränderung und Handlungsbedarf





Forschung und Energie) zur Neufassung der Gebäudeenergie richtlinie EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) im Europäischen Parlaments beraten. Neben der Energieeffizienz werden durch die EPBD hohe Anforderungen an die Raumluftqualität gestellt.

### Leistungsfördernde Raumluftqualität

Wie wichtig gute Raumluftqualität ist, ist schon lange bekannt. Dabei rückten vor allem Schulen in den Fokus der Forscher. Als

Pionier der IAQ gilt der bayerische Chemiker Max Pettenkofer. Er hat bereits im 19. Jahrhundert in mehreren Versuchen den Kohlendioxidgehalt der Luft in Schulen gemessen und mit dem Geruchseindruck der Raumnutzer verglichen. Nach ihm ist der Pettenkofer-Wert von 1.000 ppm Kohlendioxidgehalt benannt.

Erstaunlich ist auch, dass bereits 1884 auf Pettenkofers Einfluss hin im Paragraphen 9 eines schulamtlichen Erlasses der königlichen oberpfälzischen Regierung verfügt

wurde, dass „zur Erzielung der notwendigen Lüfterneuerung Ventilationskamme herzustellen sind. Diese müssen zwei Öffnungen haben: die eine zunächst dem Fußboden, die andere zunächst der Decke.“ Wenn man so will, war das die Geburtsstunde der Lüftungssysteme in Schulen.

Heutige Wissenschaftler wie der dänische Professor Pavel Wargocki haben die Aussagen Pettenkofers bestätigt. Wargocki hat festgestellt, dass die Raumluftqualität die schulischen Leistungen maßgeblich beeinflusst. Messungen in zwei vergleichbaren Klassenräumen ergaben, dass bei Verdopplung der Außenluft rate die Geschwindigkeit, mit der Rechenaufgaben gelöst wurden, durchschnittlich um bis zu 14 Prozent gestiegen ist. Nach aktuellem Wissensstand besteht damit keinerlei Zweifel mehr, dass sich dank einer besseren Raumluftqualität Leistungsvermögen und Wohlbefinden steigern lassen. Aufgrund der Erkenntnisse von Wargocki schreiben dänische Baurichtlinien mittlerweile eine gesetzliche Mindest-Lüftungsrate vor. Das bedeutet für die Praxis, dass bei Neubau oder Renovierung einer Schule in der Regel maschinelle Lüftungsanlagen eingebaut werden.

### Raumluftqualität: Nutzen höher als die Kosten

Das gilt natürlich nicht nur für Schulen. Laut Wargocki<sup>2</sup> steigert eine gute Indoor Air Quality auch in Bürogebäuden die Produktivität der Beschäftigten und ihre Zufriedenheit. Das führt langfristig zu mehr Effizienz. Der volkswirtschaftliche Effekt ist gar nicht hoch genug einzuschätzen, weil das teuerste Gut eines Bürogebäudes die Menschen sind, die darin arbeiten.

Erwiesenermaßen, so der Wissenschaftler, führt eine höhere Luftwechselrate zu geringeren Fehlzeiten der Arbeitnehmer und hat damit einen jährlichen volkswirtschaftlichen Nutzen von rund 300 Euro pro Person. Vermeintlich hohe Energiekosten für den Betrieb einer raumlufttechnischen Anlage sind dabei keinesfalls ein stichhaltiges Gegenargument. Sie belaufen sich bei einer effizienten Anlage pro Person auf weniger als 1 Prozent der Kosten eines Arbeitsplatzes. Dank höherer Leistung und weniger Fehlzeiten lässt sich der ökonomische Zugewinn also deutlich höher beziffern.

Als einer der ersten hat der Amerikaner Fisk<sup>3</sup> den volkswirtschaftlichen Nutzen guter Raumluft nachgewiesen und versucht, die Auswirkungen guter Raumluft zu beziffern:

- Eine Verminderung der Lüftungsrate von 10 l/sec und Person auf 5 l/sec und Per-

Grafik: TROX GmbH, Datenquelle: Wargocki, P.; Wyon, D. P.: Environment Affects Performance, ASHRAE Journal, March 2013

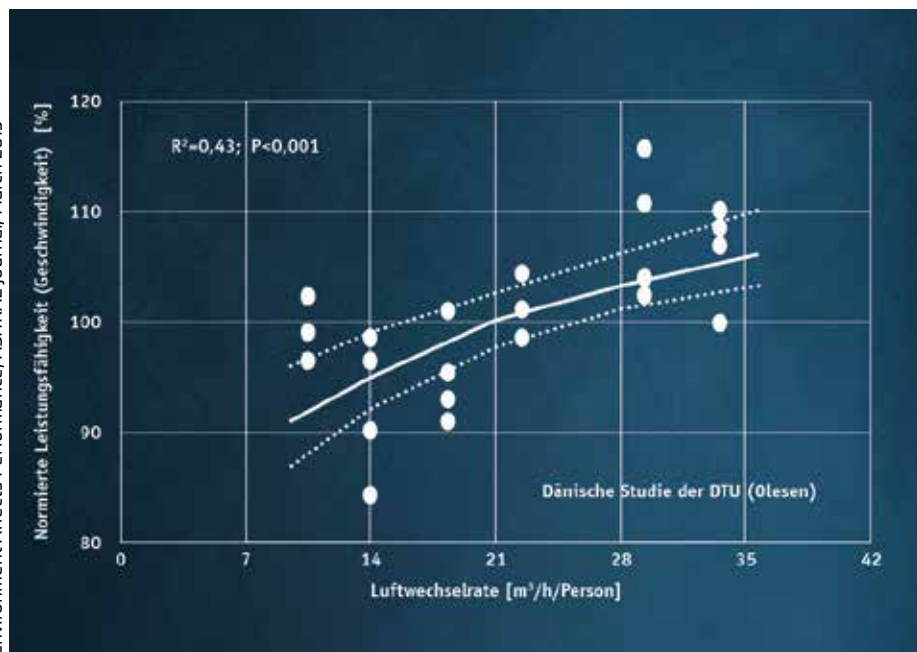


Abbildung 4: Leistungsfähigkeit von Schülern in Abhängigkeit zur Luftwechselrate

Grafik: TROX GmbH, Datenquelle: Hellwig, R. T.; Antretter, F.; Holm, A.; Sedlbauer, K.: Untersuchungen zum Raumklima und Fensterlüftung in Schulen

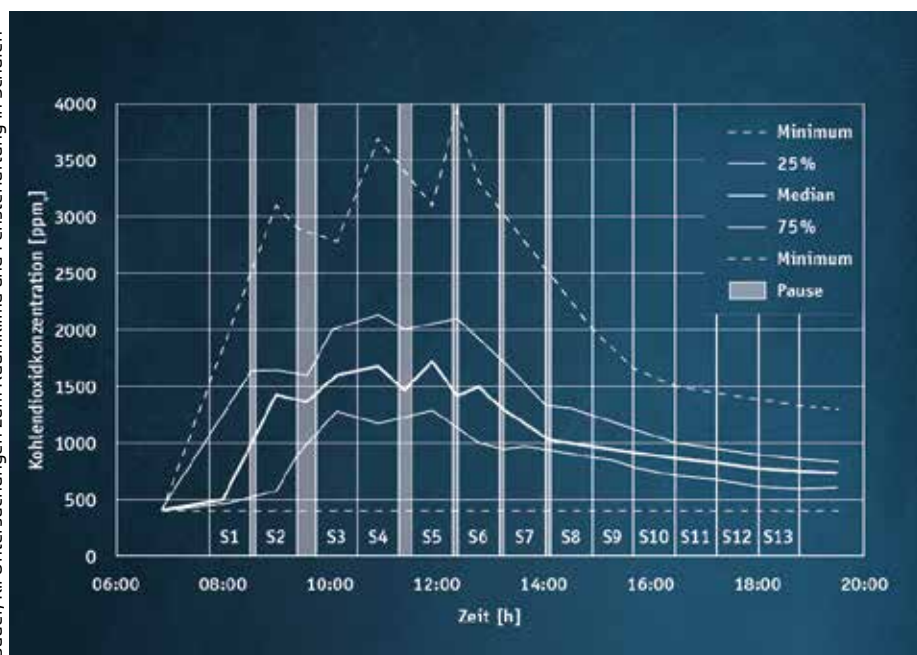


Abbildung 5: In 80 Prozent der Unterrichtszeit sitzen Schüler in nicht akzeptablen Raumluftbedingungen.



son erhöht die Symptomrate (Reizungen der Schleimhäute, der Haut, der Atemwege und des Nervensystems mit Konzentrationsstörungen und Kopfschmerzen) um 23 Prozent. Eine Erhöhung der Luftzufuhr auf 25 l/sec und Person dagegen verminderte die Symptomrate um 29 Prozent.

- Eine Reduzierung des Sick-Building-Syndroms um 20 Prozent bis 50 Prozent führt zu Einsparungen in Höhe von 10 bis 100 Milliarden US-Dollar.
- 8 bis 25 Prozent weniger Asthmaerkrankungen haben volkswirtschaftliche Auswirkungen in Höhe von 1 bis 4 Milliarden US-Dollar.
- Ein Rückgang der Erkrankungen der Atemwege um 23 Prozent bis 76 führt zu Einsparungen in Höhe von 6 bis 14 Milliarden US-Dollar.
- Eine Produktivitätssteigerung der Bürotätigen um 0,5 Prozent bis 5 Prozent bedeutet ein Zugewinn von 20 bis 200 Milliarden US-Dollar.

### Effizientes Energiemanagement

Neben der Effektivität einer raumlufttechnischen Anlage ist die Energieeffizienz ein weiterer wichtiger volkswirtschaftlicher Faktor, denn in einem effizienten Energiemanagement stecken ungeahnte Einsparpotenziale. Dank der Sensorik einer raumlufttechnischen Anlage werden Verbräuche und andere Indikatoren ständig gemessen, beispielsweise die Raumbelastung, die Luftbelastung und der Anlagendruck. Sie geben jederzeit Aufschluss über die Betriebszustände der technischen Anlagenkomponenten. Treten Störfälle auf, kann das System umgehend reagieren. So können zum Beispiel Filtermedien rechtzeitig ausgetauscht werden, wenn Druckverluste signalisiert werden oder Ventilatoren werden vorausschauend und gezielt gewartet.

### Bedarfsorientierte Lüftung

In Deutschland sind rund 500.000 raumlufttechnische Anlagen in Betrieb. Das ist gleichbedeutend mit einem jährlichen Stromverbrauch von etwa 21 TWh für die Lüftung und Klimatisierung von Gebäuden. Doch bis heute arbeiten viele dieser Anlagen immer noch nicht bedarfsorientiert.

Dabei machen eine intelligente Vernetzung der Komponenten des Lüftungssystems und ein modernes Regelsystem eine bedarfsgerechte und vor allem energieeffiziente Versorgung möglich. Ob Raumtemperatur oder Volumenstrom: Das Regelsystem versorgt ein Gebäude in Abhängigkeit der erhaltenen Informationen, die von den Sensoren im Zusammenspiel mit den Volumenstromreglern

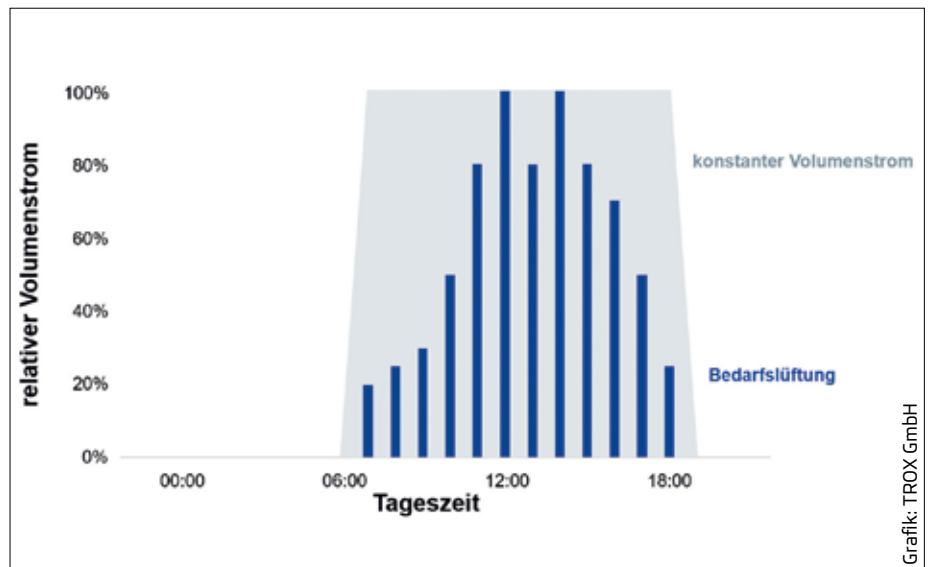


Abbildung 6: Eine moderne Lüftung ist bedarfsgerecht und energieeffizient – dank der Vernetzung der Komponenten in einem Regelsystem. Ob Raumtemperatur oder Volumenstrom: Das Regelsystem versorgt ein Gebäude in Abhängigkeit der von den Sensoren im Zusammenspiel mit den Volumenstromreglern erhaltenen Informationen mit exakt den Luftmengen, die benötigt werden.

mit exakt den Luftmengen gemeldet werden, die benötigt werden.

Um eine Bedarfslüftung zu ermöglichen, müssen alte Anlagen umgerüstet werden. Das hätte immense Energieeinsparpotenziale zur Folge, wie aus den Resultaten eines IEA-Projekt<sup>4</sup> hervorgeht:

Großraumbüros	3 – 30 %
Foyers, Schalter-, Kassenhallen	20 – 60 %
Messehallen, Sporthallen	40 – 70 %
Versammlungsstätten, Konferenzräume, Kinos	20 – 60 %
Restaurants, Kantinen	30 – 70 %

Dank neuer Möglichkeiten können vorhandene Elemente des Luftverteilsystems genutzt werden, um Kommunikationssysteme nachträglich einzusetzen. So können ältere Lüftungsanlagen nachgerüstet werden. Durch die Optimierung der Ventilatorregelung in Lüftungsgeräten und durch eine bedarfsorientierte Lüftung kann ein nennenswertes Potenzial erschlossen werden, um elektrische Energie einzusparen.

### Fazit: Saubere und frische Luft ist Lebensqualität

Heutzutage sind noch immer die meisten Geschäftsmodelle auf das Schnittstellenmanagement der TGA ausgelegt. Nicht zuletzt durch die Digitalisierung und die damit einhergehende BIM-Thematik lösen sich diese Strategien jedoch mehr und mehr auf. Erst die Beherrschung der Gesamtanlagen mit dem einhergehenden Gesamtprozess – u. a. Planungen, Ausschreibungen, Logistik, Baustellenmanagement und der anschließenden

Instandhaltung – bringen entscheidende Qualitäts-, Effizienz- und Kostenvorteile.

Ob zukünftig eine Komponente im Gesamtkontext preiswerter beschafft werden kann, ist nicht mehr relevant. Vielmehr ist es wichtig, dass die Komponente qualitativ hochwertig, mit hoher Laufzeit innerhalb eines Systems optimal aufeinander abgestimmt ist. Die Regeltechnik bildet die Klammer für diese „Subsysteme“ und kann ohne Schwierigkeiten an eine Gebäudeleittechnik (GLT) angebunden werden.

Nur so ist es möglich, eine energieoptimierte Bedarfslüftung zur Steigerung der Lebensqualität in moderne Gebäude- und Infrastrukturprojekte einzubauen. Schlussendlich sind alle am Bau produktübergreifend beteiligten Personen verantwortlich für die Funktion und das Image der TGA. Gerade auch aufgrund der Tatsache, dass diese Anlagen aufgrund des Klimawandels und der zu erwartenden weiteren Wetterphänomene immer wichtiger werden. ◀

<sup>1</sup> „Attribution of the 2018 heat in northern Europe“, World Weather Attribution July 2018, <https://www.worldweatherattribution.org/attribution-of-the-2018-heat-in-northern-europe/> (zuletzt geprüft am 17. Dezember 2018).

<sup>2</sup> The impact of temperature on the relative performance office work, Wargocki, 2006

<sup>3</sup> William J. Fisk, „Health and Productivity Gains from Better Indoor Environments“

<sup>4</sup> Annex 18 „Bedarfsgeregelte Lüftung“