

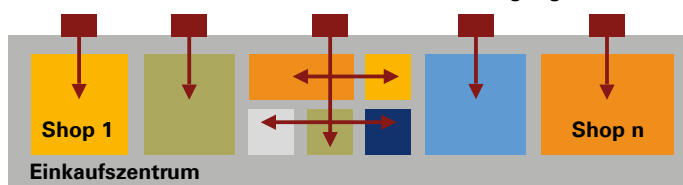
# Lüftungskosten werden verbrauchsgerecht verteilt –

für variable Volumenströme und unterschiedliche Nutzungszeiten hat der Flächenschlüssel ausgedient

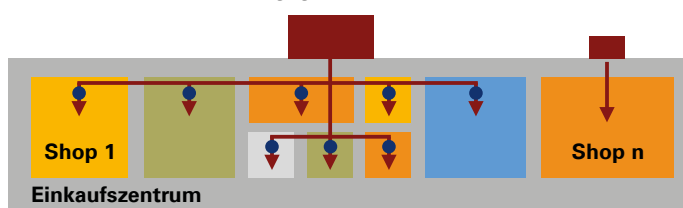
Dipl.-Wirtsch.-Ing. (TU) Jens Amberg, Geschäftsführer Luftmeister GmbH

Seit vielen Jahren ist es üblich, Lüftungskosten raumlüftungstechnischer Anlagen nach dem Flächenschlüssel zu verteilen, sofern sich mehrere Nutzer eine gemeinsame RLT-Anlage teilen. In einem Einkaufszentrum stellt sich die Lage damit wie folgt dar: Der im Hochsommer ganzjährig gut gekühlte Drogeriemarkt zahlt den gleichen Kostenbeitrag wie die Gaststätte derselben Grundfläche, welche auch in den kühlen Abendstunden geöffnet ist und einen höheren Luftwechsel erhält.

## Mit Flächenschlüssel: viele dezentrale RLT-Versorgungen



## Mit Verbrauchsabrechnung: gemeinschaftliche RLT-Zentralen



- Luftmeister®: jeder Shop erhält einen Luftenergiezähler

Abb. 1: RLT-Anlagen in einem Einkaufszentrum – verbrauchsabhängige Abrechnung fördert große, effiziente Anlagen

Viele große Ladengeschäfte empfinden diesen Flächenschlüssel und die daraus resultierende „Gleichmacherei“ von Ungleichem als unfair. Immer häufiger müssen die Investoren und Planer von Einkaufszentren oder Bürokomplexen feststellen, dass „große Mieter“ auf eine eigenständige Klimaversorgung pochen, weil die Abrechnung dann nach tatsächlichem Verbrauch erfolgt. Vor allem Ladenketten, die mit diesem Thema an vielen Standorten konfrontiert sind, treten dementsprechend auf. Im Ergebnis wird in Kauf genommen, dass dadurch die Gesamtinvestition für die RLT-Anlagen verteuert wird und zugleich die Betriebskosten spürbar erhöht werden. Schließlich stellt eine große, zentrale RLT-Anlage die konditionierte Luft deutlich kostengünstiger zur Verfügung als mehrere kleine Anlagen.

## Verbrauchsbasierte Lüftungskostenverteilung – auf Basis der neuen VDI 2077 Blatt 4

Seit über 25 Jahren gilt in Deutschland die Heizkostenverordnung, die bei gemeinschaftlicher Nutzung einer Heizanlage gesetzlich eine verbrauchsabhängige Abrechnung der Kosten festschreibt. In der Lüftungs- und Klimatechnik fehlen bislang Gesetze, Verordnungen oder Richtlinien, die

Entsprechendes für die Lüftungskostenabrechnung fordern. Eine Richtliniengruppe des VDI ist damit befasst, diese Lücke zu schließen. Mit der Richtlinie VDI 2077 Blatt 4 entsteht derzeit eine entsprechende Vorgabe. Eine detailliertere und auch finale Darstellung der Richtlinieninhalte kann erst nach der noch ausstehenden Veröffentlichung erfolgen. In Fachkreisen besteht jedoch Konsens dahingehend, dass folgendes gelten soll:

RLT-Neuanlagen, die gemeinschaftlich genutzt werden UND

- deren Einzelnutzer zeitlich variable Volumenströme aufweisen ODER
- deren Einzelnutzer unterschiedliche Nutzungszeiten aufweisen,

erfordern ein Lüftungs-Messkonzept, das die Lüftungskostenverteilung verbrauchs basiert vornimmt. Für Bestandsanlagen kann dann ebenfalls eine Verbrauchsbasierung vereinbart werden, dies soll aber den Vertragspartnern voraussichtlich frei gestellt werden.

Wie aber kann in der Praxis der Flächenschlüssel durch eine verbrauchs basierte Erfassung ersetzt werden? In der VDI 2077 Blatt 4 wird es hierzu eine Fallunterscheidung geben. Besonderes Augenmerk verdient dabei der sog. „Luftenergiezähler“, dessen Funktionsweise nun anhand des Luftmeister® vorgestellt wird.

## Funktionsweise des Luftmeister® EZ (Luftenergiezähler)

Der Luftmeister® ist der weltweit erste „Luftenergiezähler“ auf den Markt. Er ist in der Lage, in Klima- oder Prozessluftleitungen mit hoher Genauigkeit den Durchfluss zu messen, konkret den Volumenstrom und auch den Massenstrom. Dieser Durchflusswert wird fortwährend aufaddiert, es entsteht ein sogenannter „Luftzähler“ V (Messgrößen: [kg] oder [m<sup>3</sup>]).

Zudem erfasst der Luftmeister® EZ über sogenannte „Enthalpiefühler“ EN 55 den energetischen Inhalt der Luft. Abbildung 3 zeigt die Funktionsweise: Der Luftmeister® EZ multipliziert den Massenstrom [kg/h] der strömenden



Abb. 2: Mit dem Luftmeister® Luftenergie erfassen und Kosten verbrauchsgerecht abrechnen.

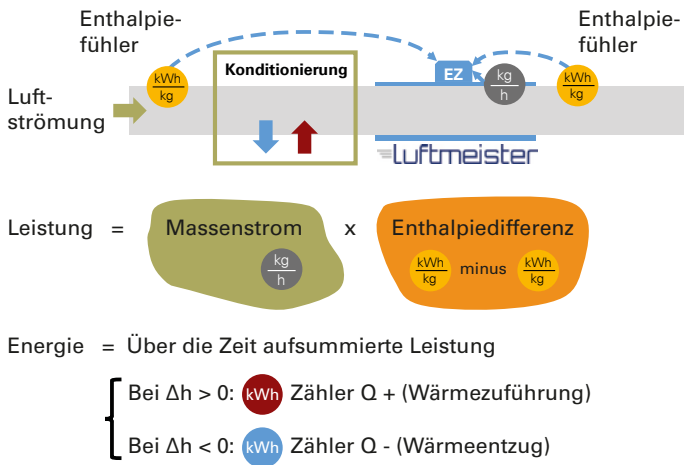


Abb. 3: Erfassung der thermischen Luftleistung und Energie durch den Luftmeister® EZ

Luft mit der Zunahme/Abnahme der Enthalpie [kWh/kg]. Mit anderen Worten: Er erfasst, wieviel Energie zwischen zwei Punkten im Luftleitungssystem hinzugefügt oder abgeführt wird. Die somit gemessene thermische Luftleistung [W] wird über die Zeit integriert (aufaddiert); es entsteht ein thermischer Energiewert [MWh]. Dabei wird unterschieden, ob es sich um Phasen einer Enthalpiezunahme handelt oder um solche einer Enthalpieabnahme. Im ersten Fall wird der entsprechende Energiewert dem „Wärmezuführungskonto“ Q+ zugerechnet, im zweiten Fall dem „Wärmeentzugskonto“ Q-. Auf diese Weise kann für jeden Zeitraum abgelesen werden, in welchem Maß dem einzelnen Verbraucher die Wärme- bzw. Kältekosten zuzuordnen sind.

Dank der drei voneinander unabhängigen Verbrauchszähler (Luftmenge V, Wärmezuführung Q+, Wärmeentzug Q-) des Luftmeisters® EZ kann nun die Lüftungskostenabrechnung sehr fair und präzise gestaltet werden. Konkret können somit, wie in Abbildung 4 dargestellt, die strom-, wärme- und kältebezogenen Kosten getrennt voneinander verteilt werden.

Optional wird ein eichfähiger Luftmeister® zur Verfügung stehen. Gerade bei schwierigen Abrechnungssituationen wird für alle Beteiligten hilfreich sein, auf diese Weise eine in jeder Hinsicht rechtssichere Abrechnungsbasis zu erhalten. Zudem wird es möglich sein, auf Basis geeicher Zähler ein „Luft-Contracting“ abzuwickeln – der

Verbraucher zahlt dem Contractor nur für die tatsächlich abgenommene Luftmenge und deren effektive Konditionierung.

### Verbrauchsbasierte Abrechnung in der Praxis

Als Praxisbeispiel betrachten wir nun einen Bürokomplex mit insgesamt 5400 Quadratmetern Grundfläche. Wie werden hier heute die Lüftungskosten flächenbasiert verteilt, und wie würde sich dagegen die Situation bei einer verbrauchsbasierten Kostenverteilung mithilfe des Luftmeisters® EZ darstellen? Die Gesamtfläche ist in zehn Nutzbereiche aufgeteilt, die zwischen 300 und 800 Quadratmetern variieren.

Tabelle 1 zeigt die Lüftungskosten-Kennwerte, die sich aus dem Betrieb der vergangenen Jahre ergeben, Abbildung 5 zeigt die Anwendung der in Abbildung 4 dargestellten Formel.

Größe	Wert, Einheit	Größe	Wert, Einheit
Gesamtfläche	5400 m <sup>2</sup>	Strombedarf (Ventilatoren)	30 MWh/a
Anzahl Nutzbereiche	10	Spezifische Stromkosten	190 €/MWh
Bereichsflächen	300 bis 800 m <sup>2</sup>	Stromkosten RLT	5700 €/a
Gesamt-volumenstrom	20000 m <sup>3</sup> /h	Wärmebedarf thermisch	415 MWh/a
Kältebedarf thermisch	275 MWh/a	Spezifische Wärmekosten	90 €/MWh
Strombedarf Kälte	90 MWh/a	Wärmekosten	37350 €/a
Spezifische Stromkosten	190 €/MWh		
Kältekosten	17100 €/a	<b>Gesamtkosten RLT-Medien</b>	<b>60150 €/a</b>

Tab. 1: Lüftungskosten-Kennwerte des Beispielgebäudes (Bürokomplex)

Die Luft für das Gesamtgebäude wird in einer raumlufttechnischen (RLT-)Zentrale aufbereitet. Abbildung 6 zeigt das Anlagenschema. In der RLT-Zentrale wird ein Volumenstrom von 20 000 m<sup>3</sup>/h mit Hilfe einer rekuperativen Wärmerückgewinnung und einer adiabaten Abluftkühlung vorkonditioniert. Über ein Heiz- und ein Kühlregister wird daraufhin die Konditionierung innerhalb

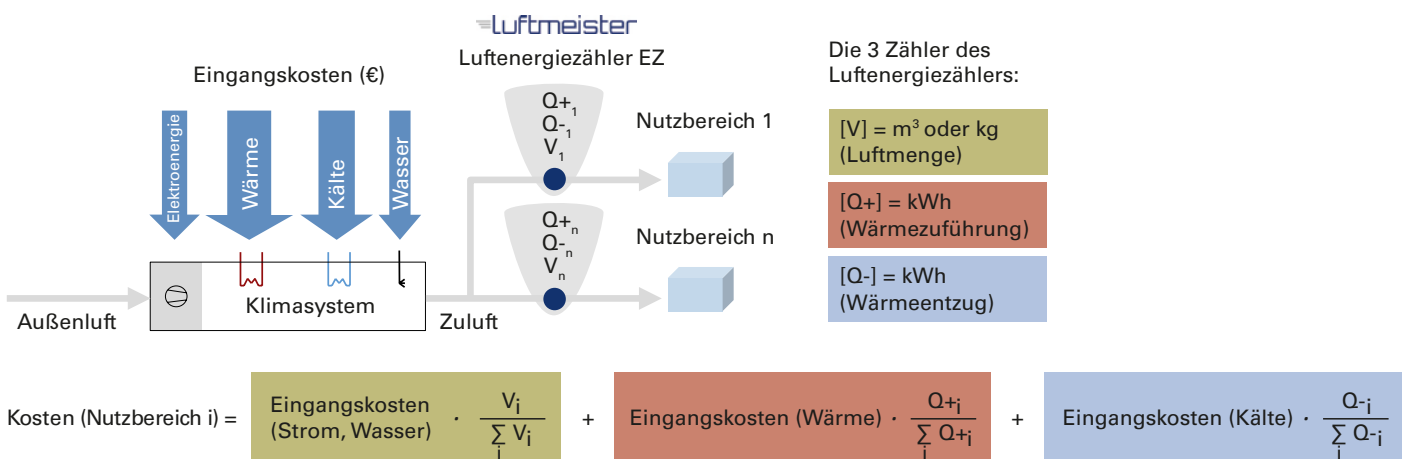
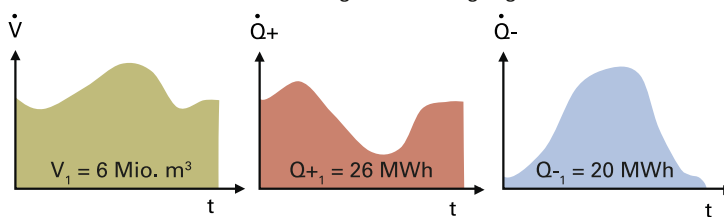


Abb. 4: Verbrauchsabhängige Lüftungskostenabrechnung mit Hilfe von Luftenergiezählern

Jährliche Verbräuche pro Nutzbereich	V [Mio. m <sup>3</sup> ]	Q <sub>+</sub> [MWh]	Q <sub>-</sub> [MWh]
Nutzbereich 1	V <sub>1</sub> = 6	Q <sub>+1</sub> = 26	Q <sub>-1</sub> = 20
...	...	...	...
Nutzbereich 10	V <sub>10</sub> = 18,6	Q <sub>+10</sub> = 60	Q <sub>-10</sub> = 39
Summe	120	415	275

Volumenströme  $\dot{V}$  und thermische Leistungen  $\dot{Q}_+$ ,  $\dot{Q}_-$  sind zeitlich veränderliche Größen und werden durch die Zähler V, Q<sub>+</sub> und Q<sub>-</sub> aufsummiert. Hier eine vereinfachte Darstellung des Jahresgangs für Nutzbereich 1:



$$K_1 = 5700 \text{ €} \times (6 / 120) + 37350 \text{ €} \times (26 / 415) + 17100 \text{ €} \times (20 / 275) = (285 + 2340 + 1244) \text{ €} = 3869 \text{ €}$$

$$K_{10} = 5700 \text{ €} \times (18,6 / 120) + 37350 \text{ €} \times (60 / 415) + 17100 \text{ €} \times (39 / 275) = (884 + 5400 + 2425) \text{ €} = 8709 \text{ €}$$

Abb. 5: Beispiel einer verbrauchsabhängigen Lüftungskostenabrechnung mit Hilfe von Luftenergiezählern (zu den Werten vgl. auch Tabelle 2)

der RLT-Zentrale abgeschlossen. Die Klimakonditionen der Zuluft-Volumenströme sind in den einzelnen Nutzbereichen in einem gewissen zulässigen Maß individuell einstellbar. Dezentrale Heiz- und Kühlregister in der Zuluftleitung gewährleisten eine entsprechende Nachkonditionierung.

Wie kann nun der Flächenschlüssel als Abrechnungsbasis der Lüftungskosten durch eine verbrauchsorientierte Abrechnung ersetzt werden? Abbildung 7 zeigt die vorzusehenden Messstellen:

- Wärmemengenzähler (H) summieren, welche Wärmeenergien [MWh] der RLT-Zentrale und den einzelnen Nutzbereichen (Heizregister in den Zuluftleitungen) geliefert werden. Diese Zählergröße repräsentiert die Energiezuführung zur Erwärmung der Luft.
- Kältemengenzähler (K) summieren, welche Kälteenergien [MWh] der RLT-Zentrale und den einzelnen Nutzbereichen (Kühlregister in den Zuluftleitungen) geliefert werden. Diese Zählergröße repräsentiert den Energieentzug zur Kühlung der Luft.
- Wasserzähler (W) erfassen die Wassermenge [m<sup>3</sup>], die der adiabatischen Abluftkühlung zugeführt wird. Auch diese Zählergröße repräsentiert einen Energieentzug zur Kühlung der Luft.
- Stromzähler (S) erfassen die elektrische Energie [MWh elektrisch]. Diese Zählergröße repräsentiert die Energielieferung zum Antrieb der Ventilatoren.

Alle genannten Zähler erfassen die Eingangsgrößen. Pro Abrechnungsperiode werden sie ausgewertet und erhalten einen jeweiligen Eurobetrag pro Zählereinheit

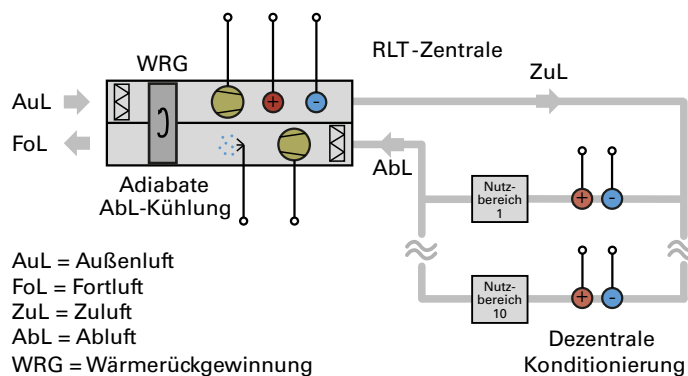


Abb. 6: Anlagenschema des Beispielprojekts (Bürokomplex mit zehn Nutzbereichen)

zugewiesen. Diese Beträge werden nun mit Hilfe von zehn Luftmeister® EZ sowie elf Enthalpiefühlern den zehn Nutzbereichen verbrauchsgerecht zugeteilt.

Tabelle 2 stellt den Vergleich zwischen flächen- und verbrauchsbasierter Abrechnung im Beispielprojekt dar. Bei der Flächenumlage wird dabei der Kostenbeitrag pro Quadratmeter aus Vergangenheitswerten (vgl. Tabelle 1) ermittelt. Bei der Verbrauchsumlage wird dagegen nach den in Abbildung 4 dargestellten Formeln vorgegangen. Bei dieser Kostenzuteilung nach dem Verbrauchsanteil ergibt sich beispielsweise für Nutzbereich 1 ein um 16 % höherer Lüftungskostenbetrag als bei einer Abrechnung über den Flächenschlüssel, da in diesem Nutzbereich relativ hohe Kühl- bzw. Heizenergien verbraucht wurden. Pro Jahr ergibt dies immerhin einen Unterschiedsbetrag von 527 Euro.

### Spareffekte führen zu baldiger Amortisation des Messsystems Luftmeister®

Bei einer verbrauchsabhängigen Abrechnung lohnt sich ein entsprechendes „Sparen“ für die jeweiligen Nutzbereiche unmittelbar, während bei einer Flächenumlage der Effekt für den einzelnen kaum spürbar wäre. Energiemanagement wird somit „internalisiert“: Jeder Einzelne trägt mit seinem Nutzerverhalten zum Gesamt-Spareffekt bei – und profitiert unmittelbar von den Kostenersparnissen.

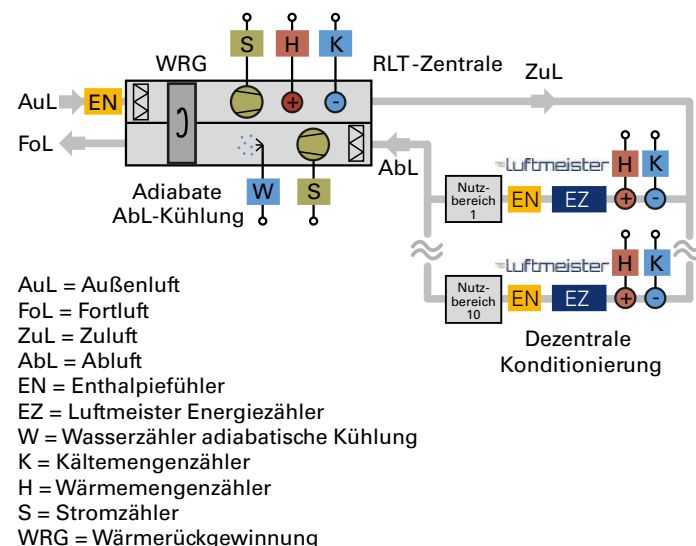
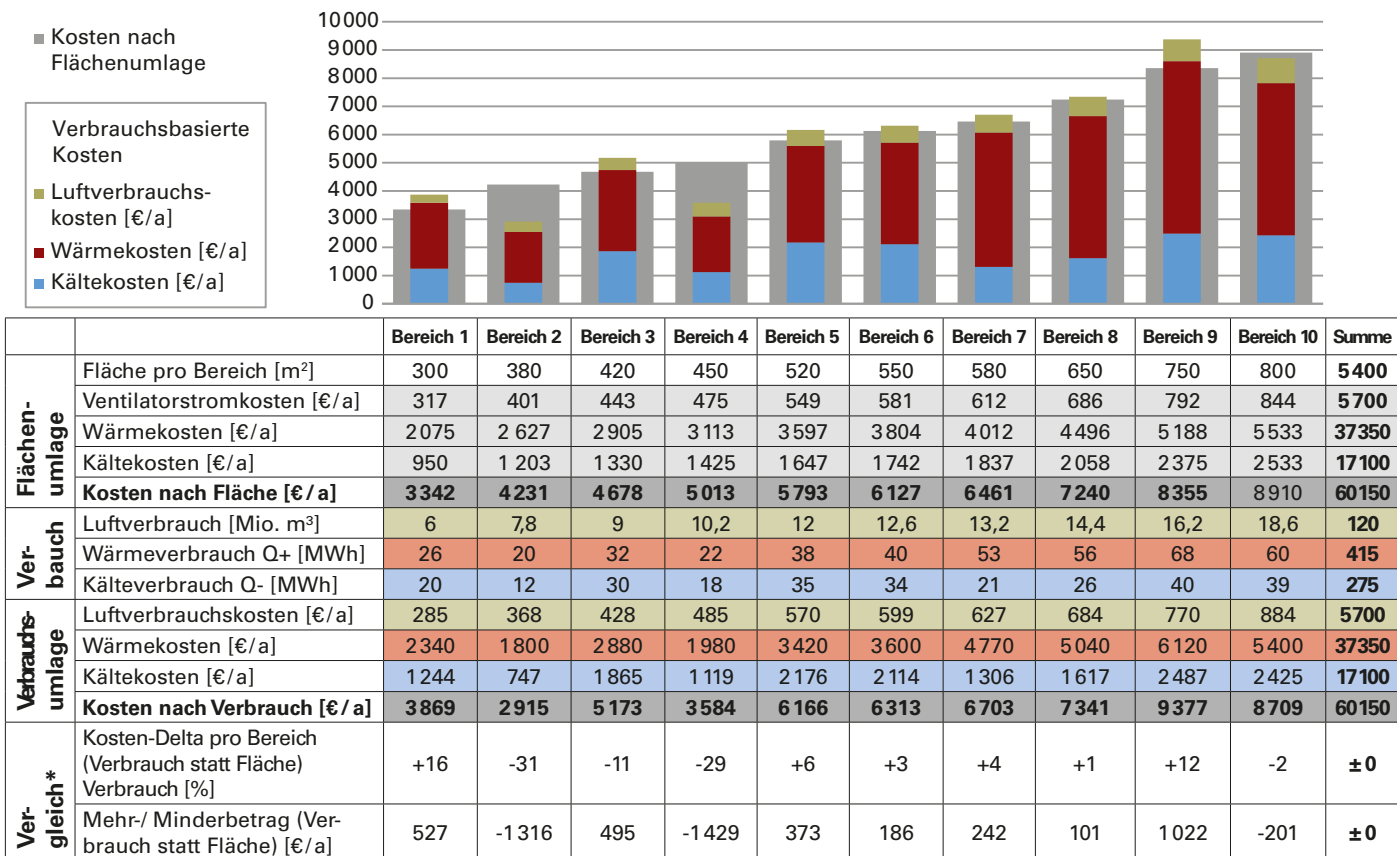


Abb. 7: Messstellenkonzept des Beispielprojekts



Tab. 2: Gegenüberstellung flächenbasierter und verbrauchsbasierter Lüftungskosten (\* Der Vergleich bezieht sich auf ein erstes Abrechnungsjahr und berücksichtigt noch nicht die Ersparnisse, die sich in den Folgejahren ergeben)

Welche Ersparnisse sind realistisch im Zuge einer mehrjährigen Abrechnungs-Praxis zu erwarten, die dem einzelnen Verbraucher auf die genannte Weise verbrauchs-basierte Kosten präsentiert? Bezogen auf andere Medien berichten die Energieagenturen von realistischen Einsparungen in Höhe von 10 - 25 %. Diese Ersparnisse sind auch beim Einsatz des Luftmeisters® in RLT-Anlagen ansetzbar,

- indem der einzelne Nutzer durch Kenntnis der verbrauchsabhängigen Kosten eine kostenbewusstere Anforderung der Klimazustände vornimmt (weniger kalt im Sommer, weniger warm im Winter, weniger extreme Feuchtwerte sowie, falls wählbar, ggf. auch angepasste Volumenströme, z. B. in Randzeiten gedrosselt).
- indem der Betreiber durch Verfügbarkeit der Betriebsdaten seitens des Luftmeisters® regelungstechnische Optimierungen umsetzt, z. B. bezüglich der WRG-Funktion.

Da die für jeden Mietbereich relevante Enthalpiemessstelle direkt im Zuluftstrom des Mietbereichs positioniert ist, werden nur die tatsächlich gelieferte Nutzenergiemenge und das Nutz-Luftvolumen abgerechnet. Es liegt also (und dies ist fundamental wichtig für das „Entstehen“ von Einsparungen) im Interesse des Betreibers, diese Nutzenergie und Luftmenge effizient bereitzustellen.

So hat der Betreiber eine unmittelbare Motivation, für eine optimale Auslegung, Ausstattung und Regelung der RLT-Anlage zu sorgen und auch Verluste entlang der Luftleitungen zu minimieren.

Bei Gesamtjahreskosten von 60 150 Euro/Jahr ergeben sich bei der Annahme der o. g. 10 bis 25 % igen Ersparnisse im Beispielprojekt Beträge von ca. 6000 bis 15000 Euro jährlich. Ein Luftmeister®-System, für das beim dargestellten Beispielprojekt runde 25000 Euro an Kosten anfallen würden, wäre also in 1,5 bis 4 Jahren amortisiert.

#### Weitere Nutzenpotenziale durch den Luftmeister®-Einsatz

In dieser überschlägigen Rechnung fehlt jedoch noch die Betrachtung, welchen zusätzlichen Nutzen der Einsatz des „Multitalents“ Luftmeister® bringt:

- Hygieneüberwachung (Strömungs-, Taupunktabstands- und Filter-Überwachung)
- Durchflussregelung (im Tandem mit Volumenstromreglern)
- Energiemanagement (Lieferung von Energieflusswerten zur kontinuierlichen Performance-Überwachung und -Optimierung)

Unabhängig davon, ob es um ein Einkaufszentrum oder einen Bürokomplex geht: Es gibt gute Gründe dafür, dass sich Investor und Ingenieurbüro auf den Einsatz des Luftmeisters® einigen. Auf dieser Basis kann der Investor weitere Argumente für die Nachhaltigkeit seiner Immobilie vorweisen. Zugleich weiß der Planer, dass er zukunftssicher plant und bereits heute den kommenden Stand der Technik konzipiert. Und nicht zuletzt werden Mieter und Facility Manager begrüßen, eine faire, rechtssichere Abrechnung der Lüftungskosten auf Verbrauchsbasis praktizieren zu können.