

Das Luftmeister®-System

Energiemanagement in Klimaluft und Prozessluft
Lüftungskosten verbrauchsgerecht abrechnen



ENERGIEMANAGEMENT UND VERBRAUCHSMESSUNG AUCH BEI KLIMALUFT UND PROZESSLUFT?

Die Verbrauchserfassung von Medien ist kein neues Thema – seit vielen Jahrzehnten ist sie ein Grunderfordernis, um Betriebskosten fair ermitteln zu können und ein Energiemanagement zu unterstützen, das Einsparungen der Verbräuche zum Ziel hat. Jedoch lag viele Jahre der Fokus auf Medien wie Strom, Wärme, Kälte und ggf. Druckluft – eine präzise Verbrauchsmessung in Luftleitungen war bislang nicht oder nur unwirtschaftlich möglich. Hier schafft der Luftmeister® Abhilfe.



INDUSTRIE

Mittlere und große Industrieunternehmen haben in zunehmendem Maße ein Energiemanagement-System implementiert. Unabhängig davon, ob man sich dabei an die führende Energiemanagement-Norm DIN EN ISO 50001 anlehnt (seit 2016 für große Unternehmen verpflichtend) oder eher aus der Richtung einer Umweltzertifizierung kommt (DIN EN ISO 14001/EMAS etc.): Zentrales Ziel ist es, Medien- und Energieverbräuche zu reduzieren.

Dieses Reduzierungsziel folgt drei sich ergänzenden Motivationen:

- die Betriebskosten sollen gesenkt werden
- ein positiver, nachhaltiger Umweltbeitrag soll erbracht werden
- Kostenerleichterungen (Subventionen) wie die EEG-Umlagebefreiung sollen beibehalten werden

Seit Jahren „ernten“ Energiemanagement-Beauftragte die „niedrig hängenden Früchte“ und erzielen Einsparerfolge durch Spitzenlastmanagement, Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung und Reduzierung der Druckluftleckagen. Doch auch in den kommenden Jahren müssen substantielle Einsparungen nachgewiesen werden! So rücken auch in der Industrie die kostenintensiven Medien Klimaluft und Prozessluft in den Fokus.



GEWERBEGEBÄUDE

Auch Gewerbegebäude unterliegen der Pflicht, Energieeffizienz in der Klimatechnik zu gewährleisten (EU-Richtlinie 2010/31 sowie Energieeinsparverordnung (EnEV)). Bei Gewerbebauten mit mehreren, getrennt wirtschaftenden Mietern (Bürokomplexe, Einkaufszentren etc.) kommt zudem ein Thema auf, an dem sich zahlreiche Streitfälle entzünden: Die Kostenumlage der Gebäude-Versorgungsmedien. Während die Kälte- und Wärmeversorgung sowie auch die Stromversorgung dank verfügbarer Zähler dabei i. d. R. über eine akzeptierte Verbrauchsabrechnungsbasis verfügt, fehlt diese bislang im Bereich der Klimaluft. Seit Jahren hat sich deshalb als „Verteilschlüssel“ die Flächenumlage etabliert.

Die Buchhandlung, die über 7 % der Einkaufszentrums-Fläche verfügt, trägt also in jedem Jahr 7 % der Lüftungskosten. Dies erbringt zum einen keinerlei Einsparreiz, da die Kosten nicht verbrauchskorreliert sind. Zum anderen bedeutet ein solcher Flächenschlüssel schon wegen unterschiedlicher Luftwechselraten eine unfaire Gleichmacherei. Die neue VDI-Richtlinie 2077 Blatt 4 sowie das Luftmeister®-System werden hier Abhilfe schaffen.

Mit dem Luftmeister® ist erstmals ein (optional) eichfähiger Luftverbrauchszähler auf dem Markt. Neben einer fairen, verbrauchabhängigen Abrechnung, welche die Nachhaltigkeit und Attraktivität der Immobilie steigert, kann damit auch der Trend umgekehrt werden, dass Mieter auf eine gesonderte Klima-Versorgung bestehen. Durch eine gemeinsame, größer dimensionierte Klima-Zentrale (anstelle mehrerer kleiner) ist häufig eine erhebliche Kostenersparnis bei Errichtung und Betrieb möglich.

DIE MESSTECHNISCHE BASIS: PRÄZISE DURCHFLUSSMESSUNG IM PRAXISEINSATZ

Eine präzise, kontinuierliche Messung des Durchflusses in Luftleitungen findet sich in der Praxis bislang nur selten. In Bestandsanlagen fehlt sie in der Regel völlig. Die Luftmeister GmbH hat sich bei der Entwicklung des Luftmeisters an der Praxis orientiert:

- Lange, gerade Ein- und Auslaufstrecken finden sich sehr selten. Typisch ist es eher, nach **Vorstörungen** wie doppelten Krümmern nur eine sehr **kurze Einlaufstrecke** zur Verfügung zu haben. Auch Auslaufstrecken sind fast immer zu kurz bemessen.
- Um den daraus resultierenden asymmetrischen Strömungsprofilen gerecht zu werden und zugleich auch **Teillastsituationen** sauber erfassen zu können, wird eine optimale Kombination aus Sensorik und Kalibration angewandt.

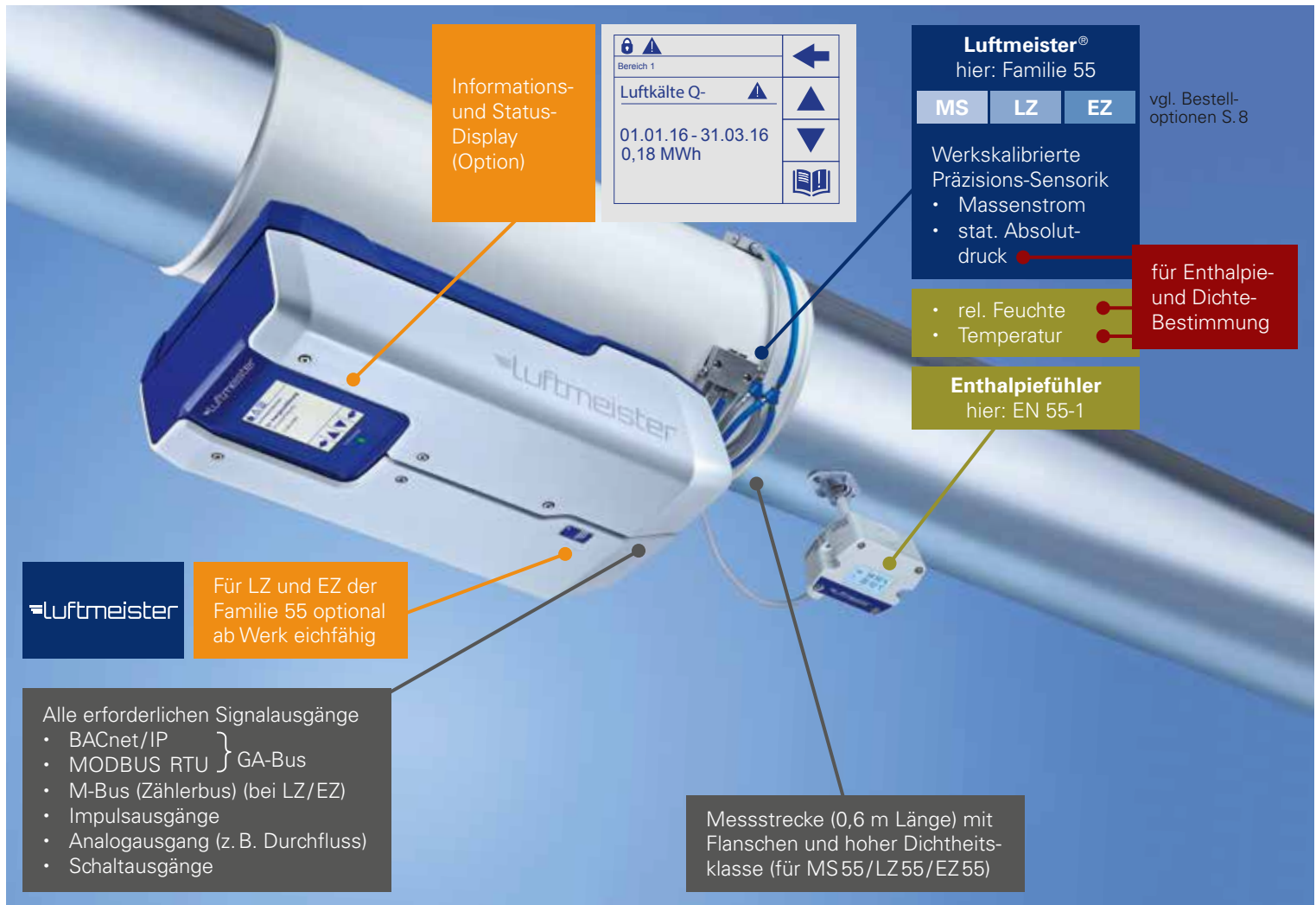
ZWEI LUFTMEISTER-FAMILIEN MIT JE DREI TYPEN

Um der Vielfalt der Anwendungen gerecht zu werden, werden drei konzeptionell unterschiedliche **Luftmeister®-Familien 55 und 57** angeboten, die in der folgenden Tabelle dargestellt sind. Der Typ **MS** bietet eine hochpräzise Massenstrom- (und Volumenstrom-) Messung. Der Typ **LZ** fügt die Luftzählerfunktion (Luftverbrauch in m³ oder kg) hinzu. Der Typ **EZ** ermittelt zudem die Luftenergiebeiträge, vgl. auch S. 6.

MS Massenstrom Dauerhaftes Durchflusscontrolling optional: Filterüberwachung, Ist-/Sollwertvorgabe für externe Durchflussregelung m ³ /h kg/h m/s Pa _{abs}		Enthalpie + Temperaturfühler¹⁾ MS/LZ: zur Luftdichte-Kompensation (1 Anschluss) oder Festwertvorgabe EZ: zur Luftdichte-Kompensation und zum Energiecontrolling (max. 5 Anschlüsse)	
LZ Luftzähler Luftverbrauchs-basierte Kostenverteilung m ³ / kg			
EZ Luftenergiezähler Luft- und Energieverbrauchs-basierte Kostenverteilung Klimazustände erfassen, Hygiene überwachen RLT-Betrieb optimieren kWh kWh %rF °C			
FAMILIE 55 (für Klimaluft)		FAMILIE 57 (für Klima- und Prozessluft)	
			
Kompakt: Einbaufertiger Messstreckenabschnitt (0,6m)		Abgesetzt: Sondeneinbau vor Ort	
Messumformer an Bord		Messumformer bis 10m abgesetzt	
DN 100 .. 630 mm \bigcirc / \square (mit Flansch)		DN 10 .. 3000 mm \bigcirc / \square	
-20 .. 60 °C ¹⁾		-100 .. 500 °C ¹⁾	
Redundante Doppelschwert-Sensorik (ΔP)		Diverse Wirkdruckgeber (ΔP), z. B. Staudrucksonde oder Venturi ²⁾	
GA-Bus (BACnet/IP oder MODBUS RTU)			
Im Werk kalibriert (akkreditiert)		Vor Ort k-Faktor-Eingabe	
LZ/EZ: Gerät für Eichbetrieb		Kalibrierung/Justage vor Ort	
Display (bei Familie 55/Eichbetrieb: obligatorisch)			
0, 5 oder 10 Impuls- oder Schaltausgänge			
0, 5 oder 10 Analogausgänge			
M-Bus (nur LZ/EZ), MODBUS, BACnet			
Filterüberwachung oder Ist-/Sollwertvorgabe für externe Durchflussregelung			
Optionen			

¹⁾ für Klimaluft: Enthalpiefühler EN55; für Prozessluft -40 .. 180 °C: Enthalpiefühler EN57, sonst: Analogeingang kundenseitiger °C-Fühler

²⁾ gerne bieten wir den passenden Wirkdruckgeber für Ihre Messstelle an

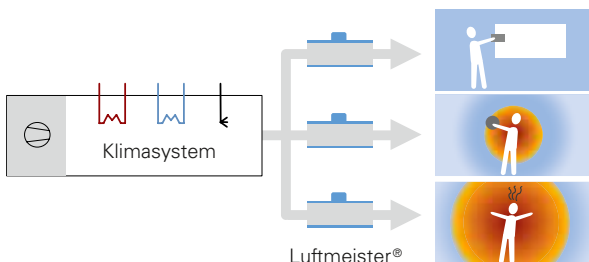


SECHS NUTZEN-ASPEKTE – WAS BRINGT DER LUFTMEISTER®?

€ 1. VERBRAUCHSBASIERTE KOSTENVERTEILUNG

LZ **EZ** vgl. auch S. 7

Anstelle einer unfairen Kostenumlage über Flächenschlüssel ermöglicht der Luftmeister® die faire, verbrauchsbasierte Lüftungskostenabrechnung. Dank seiner Eichfähigkeit (für LZ 55/EZ 55 als Option geplant) bietet er dabei eine rechtssichere Basis. Es kann wahlweise auf den **Luftmengen**zähler (m³ oder kg) zurückgegriffen werden oder zusätzlich auf nach gelieferter Wärme und Kälte unterscheidende **Luftenergie**zähler (in kWh Wärme/kWh Kälte). Dadurch ist er in den Anwendungsfällen der neuen, im Entwurf befindlichen Richtlinie zur Lüftungskostenabrechnung (VDI 2077 Blatt 4) optimal einsetzbar.

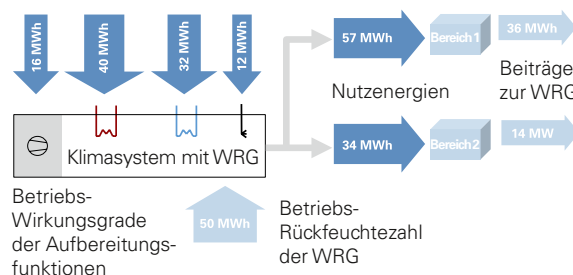


kWh kWh 2. ENERGIEBEITRÄGE AUFZEIGEN, EFFIZIENZ ÜBERPRÜFEN

EZ vgl. auch S. 6

Heute können bereits die Eingangs-Energien eines Klimasystems (Strom, Wärme, Kälte etc.) gemessen werden. Wie aber verlaufen die Nutzenergieströme innerhalb des Luftverteilsystems? Welcher Nutzbereich trägt mehr, welcher weniger zur Wärmerückgewinnung (WRG) bei? Und nicht zuletzt: Wie verhält sich die WRG in Teillastsituationen, im Nachtbetrieb sowie in Jahreszeiten, für die sie nicht explizit ausgelegt wurde?

Lassen sich Einsparpotenziale erkennen, die etwa durch Anpassung der Regelung oder auch durch Umbauten erreicht werden können? Bis hin zur dauerhaften „energetischen Inspektion“ (Analyse des Beitrags jedes Aufbereitungsschrittes innerhalb der Klima-Anlage) werden alle relevanten Energiebeiträge transparent gemacht.

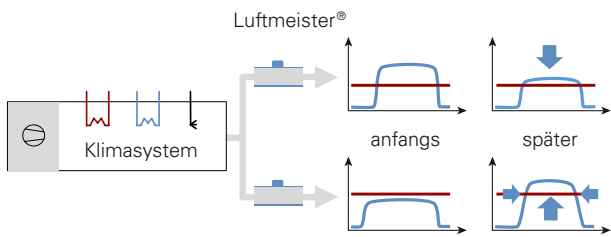




3. DAUERHAFTES DURCHFLUSS-CONTROLLING

MS LZ EZ

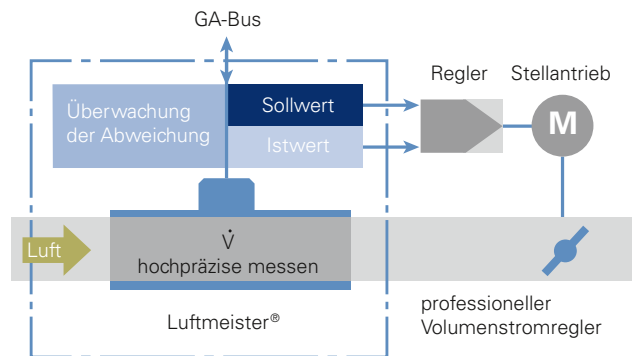
Egal, ob zentral beim Klimasystem oder dezentral in den Zuluft- und Abluftleitungen: Der Luftmeister® erfasst ständig und mit hoher Präzision die Durchflüsse (Massenstrom/Volumenstrom). Dadurch können erforderliche Durchflusswerte und Luftwechsel überwacht werden. Zugleich können im Betriebsverlauf Einsparpotenziale erkannt werden, etwa Nachtabschaltungen oder Teillast-Absenkungen. So können Verschwendungen sowie Unterversorgungen dauerhaft unterbunden werden.



4. IST-/SOLLWERTVORGABE FÜR EXTERNE DURCHFLUSSREGELUNG (Option)

MS LZ EZ

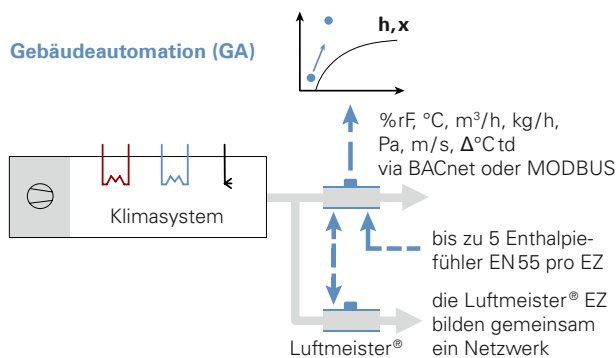
Einzelräume oder ganze Nutzbereiche werden heute über Volumenstromregler mit passenden Volumenströmen beliefert. Der Luftmeister® ergänzt dies zu einem perfekten „Tandem“, indem er dem Regler hochpräzise Istwerte liefert sowie die Sollwertvorgabe (über GA-Bus oder als Festwert). Gleichen sich Soll- und Istwert nicht schnell genug an, so meldet dies zudem der Luftmeister®.



5. KLIMAZUSTÄNDE ERFASSEN / HYGIENE ÜBERWACHEN + RLT-BETRIEB OPTIMIEREN

EZ

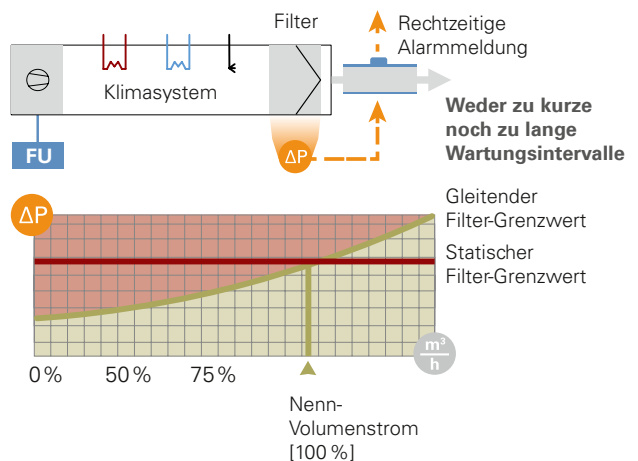
Das Luftmeister®-System ist in der Lage, zahlreiche Prozessparameter zu erfassen. Durch die Vernetzung der Luftmeister® EZ untereinander entsteht eine umfassende Datenbasis. Diese wird nicht nur an Bord für die Verbrauchs- und Energieerfassung genutzt, sondern kann der Gebäudeautomation auch über GA-Busankopplung zur Verfügung gestellt werden. Durch die verbesserte Dateninformation können nun optimierte Regelstrategien gefahren werden (Enthalpie-Zonenregelung, Aufweitung des Zielkorridors etc.) und die Zeit bis zur Einregulierung verkürzt werden. Zugleich schützt die Überwachung der Mindestströmung und des Taupunktabstands vor Hygierisiken.



6. FILTERÜBERWACHUNG (Option)

MS LZ EZ

Basieren Luftfilter-Überwachungen auf Differenzdruck, so ist die heute übliche Überwachung eines fixen Grenzwerts (z. B. 200 Pa) unwirksam, wenn der Volumenstrom über Frequenzumrichter (FU) abgeregelt wird. Denn selbst bei verschmutztem Filter wird der fixe Grenzwert in der Regel nicht mehr erreicht. Der Luftmeister® bietet hier die Praxis-Lösung: Aus dem aufschaltbaren Filter-Differenzdruck und dem Volumenstrom bildet der Luftmeister® ein Kennfeld mit gleitendem Grenzwert. Über GA-Bus bzw. Schaltausgang wird nur bei Erreichen des wirklichen Grenzwertes alarmiert.



SKALIERBARES ENERGIECONTROLLING – ENERGIEBEITRÄGE IM LUFTVERTEILSYSTEM KONTINUIERLICH ERFASSEN

EZ Wie werden Wärme- und Kältelieferung beim Luftmeister® EZ unterschieden? Nach Bestimmung der thermischen Leistung aus Massenstrom und der Enthalpiedifferenz zwischen den Bilanzgrenzen werden die Energiebeiträge aufsummiert. Dabei werden alle Energiemengen in Zeitabschnitten einer positiven Enthalpiedifferenz einem „roten“ Wärmelieferkonto Q+ zugebucht. Ist die Enthalpiedifferenz dagegen negativ, so werden die Energiemengen auf einem „blauen“ Kältelieferkonto Q- gespeichert.

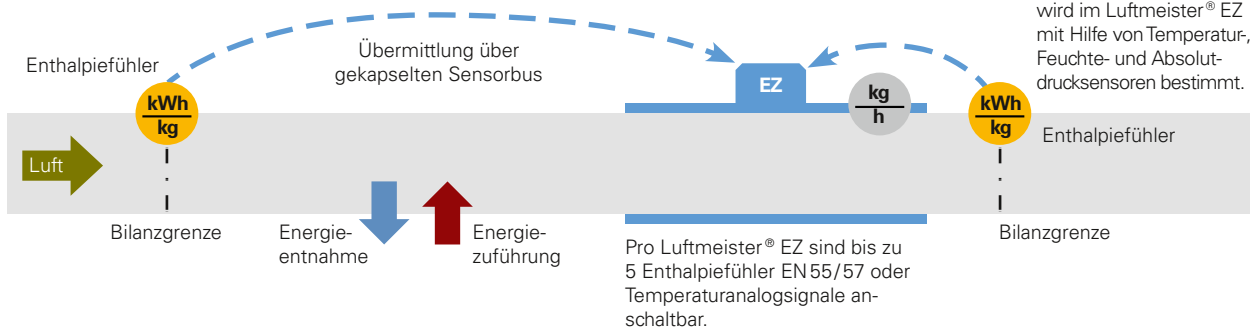
Leistung = $\text{Massenstrom} \cdot \text{Enthalpiedifferenz}$

$\frac{\text{kg}}{\text{h}}$ * $\left(\frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \text{ minus } \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right)$

Energie = über die Zeit aufsummierte Leistung

bei $\Delta h > 0$: kWh (Q+)
 bei $\Delta h < 0$: kWh (Q-)

Die (spezifische) Enthalpie beschreibt den Energiegehalt pro kg Luft und wird im Luftmeister® EZ mit Hilfe von Temperatur-, Feuchte- und Absolutdrucksensoren bestimmt.



1 NUTZENERGIEFLÜSSE AUFZEIGEN

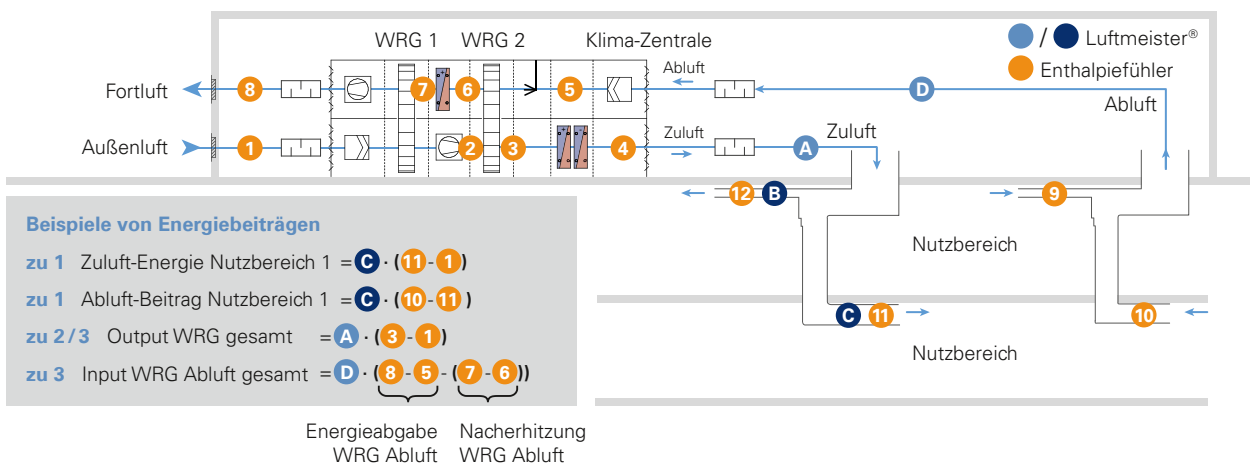
Welche Nutzenergie (getrennt in Wärme- und Kältelieferung) fließt dem einzelnen Nutzbereich über die Zuluft zu? Wieviel fließt über die Abluft wieder ab? Neben Verbrauchskostenbetrachtungen ist dies auch für das Energiemanagement wichtig, um z. B. die Situation in Bezug auf Leckagen, Wärmeverluste oder Regelstrategien zu optimieren. Ein beispielhaftes Luftmeister®-Messkonzept ist unten in der Grafik dargestellt. In der Beispielgleichung wird über den Luftmeister® C der Nutzbereich 1 analysiert.

2 CONTROLLING DER AUFBEREITUNG

Jedem Luftmeister® EZ können bis zu fünf Enthalpiefühler zugeordnet werden, egal ob durch direkte Verdrahtung oder Datenzuleitung über den Luftmeister-Energiezählerbus. Ist der Luftmeister® z. B. in der zentralen Zuluft installiert (A in der Grafik unten) und erfolgt vor/nach jeder relevanten Aufbereitungsstufe eine Enthalpiemessung (hier 1 .. 4), so wird zu jedem Zeitpunkt deutlich, welchen Nutzenergiebeitrag die einzelne Aufbereitungsstufe (z. B. Erhitzen) erbringt. Setzt man diese spezifische Nutzenergie ins Verhältnis zur eingebrachten Energie (z. B. wasserseitiger Wärmemengenzähler), so kann ein Betriebs-Wirkungsgrad bestimmt werden. Eine fortwährende energetische Inspektion ist die Folge.

3 WRG-CONTROLLING

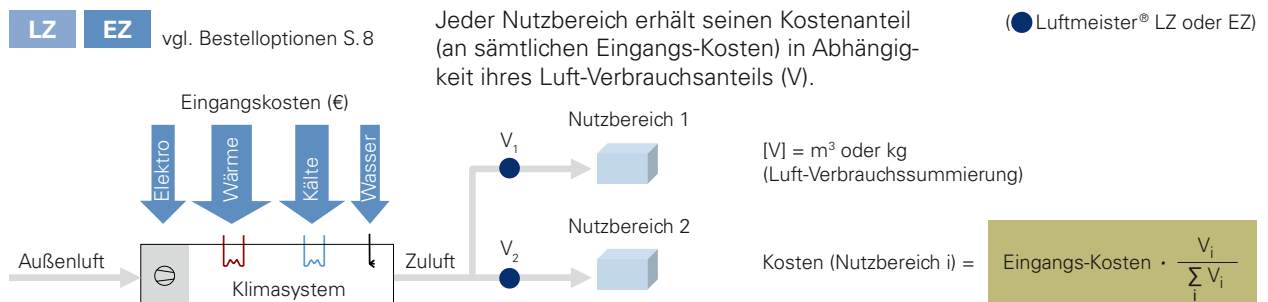
Die Betriebs-Effizienz (Output/Input) der Wärmerückgewinnung kann zu jedem Zeitpunkt gemessen werden. Dabei wird die aus der WRG übertragene Energie zuluftseitig gemessen (Input) und wird zur abluftseitig der WRG entzogenen Energie (Output) ins Verhältnis gesetzt.



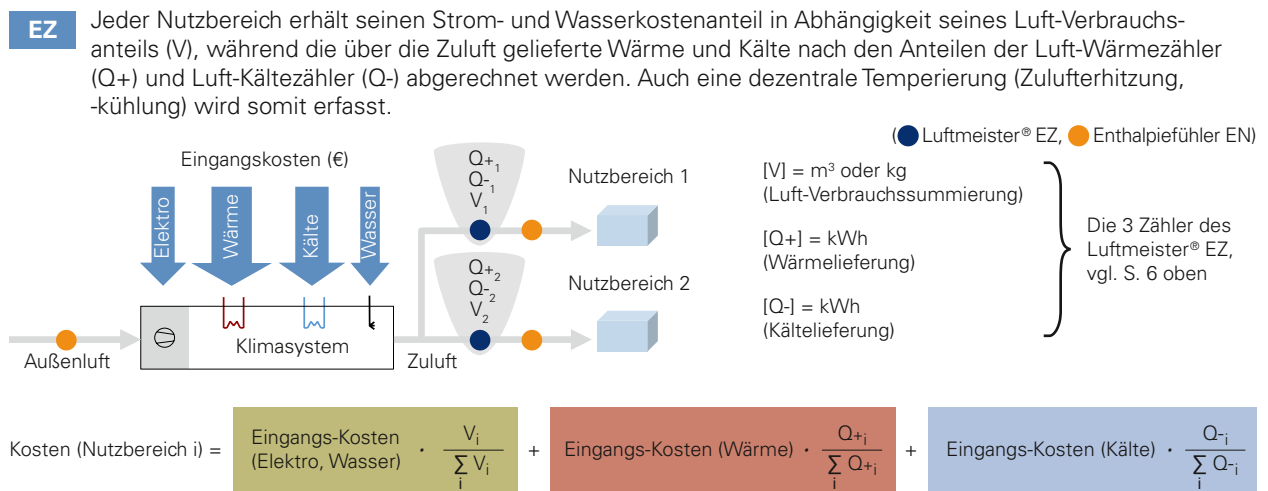
RECHTSSICHER LÜFTUNGSKOSTEN ABRECHNEN

Der Entwurf der neuen Richtlinie zur Lüftungskostenabrechnung VDI 2077 Blatt 4 sieht eine Fallunterscheidung zur Anwendung verbrauchsbasierter Abrechnung vor. Der Luftmeister® EZ deckt alle Fälle ab: Mit dem (optional eichfähigen) Luftmeister® werden alle Verbrauchsdaten alle zwei Sekunden rechtssicher erfasst. Neben einem optionalen Impuls- oder M-Busausgang (bzw. MODBUS/BACnet) für die Verbrauchsdatenübermittlung verfügt der Luftmeister® optional über ein komfortables Display. Es kann ein beliebiger Stichtag eingegeben werden. Die seitherigen Verbrauchswerte sind ebenso abrufbar wie Minima und Maxima mit Zeitstempel. Generell können alle Verbrauchszähler ebenso in längeren Perioden (monatlich/jährlich) wie auch kurzperiodisch (bis zu zehnminütige Intervalle) ausgelesen werden.

KOSTENZUTEILUNG PRO NUTZBEREICH NACH DEM LUFTVERBRAUCH



... NACH LUFTVERBRAUCH, WÄRME- UND KÄLTELIEFERUNG



HOHE VERLÄSSLICHKEIT DURCH KALIBRIERUNG IM LABOR



Jeder Luftmeister® der Familie 55 (MS 55/LZ 55/EZ 55) wird am akkreditierten Massenstrom-Kalibrierstand kalibriert

BESTELLOPTIONEN

Bestellcode	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Luftmeister®	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Typ	A	
MS	Massenstrom kompakt 55 ¹⁾	MS 55
	Massenstrom abgesetzt 57 ¹⁾	MS 57
LZ	Luftzähler kompakt 55 ¹⁾	LZ 55
	Luftzähler abgesetzt 57 ¹⁾	LZ 57
EZ	Energiezähler kompakt 55 ¹⁾	EZ 55
	Energiezähler abgesetzt 57 ¹⁾	EZ 57

Anschlüsse °C-/Enthalpiefühler ³⁾	C
Enthalpiefühler-eingänge (0..5) ⁴⁾ / Temperatur-eingänge (0..5)	

3) Max. 5 Module gesamt: EN55, EN57 oder °C-Analogeingang (4..20 mA)
MS/LZ: optional 1 Fühler zur Dichte-kompensation
EZ: für thermische Leistung erforderlich
4) Passenden Enthalpiefühler EN bitte gesondert bestellen

Analogausgänge	D
Anzahl 0/5/10	

Impuls- oder Schaltausgänge	E
Anzahl 0/5/10	

M-Busankopplung ⁵⁾	F
ohne	0
mit	1

5) M-Bus – nur für LZ/EZ

GA-Busankopplung	G
BACnet/IP ⁶⁾	BN
MODBUS RTU	MB

6) ab 2018

Filterüberwachung / Durchflussregelung ⁷⁺⁸⁾	H
ohne	0
Filterüberwachung	1
Durchflussregelung ⁹⁾	2

7) Filterüberwachung und Durchflussregelung sind alternativ wählbar

8) Ist-/Sollwertvorgabe für externe Durchflussregelung

Justage vor Ort ⁹⁾	I
ohne	0
mit	1

9) Option für Familie 57, Option für Familie 55 nur falls K = 0

Abmessungen [mm] ¹⁰⁾	J
von DN 10 (rund) bis 3000 x 3000 (rechteckig)	

10) Für Familie 55 mit Flanschabgabe, falls keine Gummilippendichtung, z. B. 200x400 P20

Nur Familie 55

Eichfähigkeit ¹¹⁾	K
ohne	0
mit	1

11) Nur für LZ, EZ

1) Die Familien 55 und 57 werden auf Seite 3 erläutert

Display ²⁾	B
ohne	0
mit	1

2) Muss, wenn K = 1 (bei Familie 55)

BESTELLBEISPIELE

1. Beispiel: Luftenergiezähler mit 2 Enthalpiefühlern

(z. B. **C** auf Seite 6 unten, **10**, **11** werden angeschlossen)

Bestellcode Luftmeister® Luftenergiezähler für Klimaluft:

EZ 55 - 0 - 2/0 - 5 - 10 - 1 - BN - 2 - 0 - DN 300 - 0
(abgesetzte Lösung, ohne Display, 2 Anschlüsse EN, 5 Analogausgänge, 10 Impuls- und Schaltausgänge, M-Bus, GA-Busankopplung: BACnet/IP, Ist-/Sollwertvorgabe für externe Durchflussregelung, ohne Justage vor Ort, Luftleitungs-Durchmesser 300 mm)

Bestellcode Enthalpiefühler: 2 x EN55-1 (mit Display)

2. Beispiel: Luftzähler für hohe Temperaturen (> 60 °C)

Bestellcode Luftmeister® Luftzähler für Klima- und Prozessluft:

LZ 57 - 1 - 1/0 - 10 - 0 - 1 - MB - 1 - 1 - 400x600 - 0
(abgesetzte Lösung, Display, 1 Anschluss EN (zur Dichte-Kompensation), 10 Analogausgänge, ohne Impuls-/Schaltausgänge, M-Bus, GA-Busankopplung: MODBUS RTU, Filterüberwachung, mit Justage vor Ort, Luftleitung: 400 x 600 mm)

Bestellcode Enthalpiefühler: 1 x EN57-1 (mit Display)

Gerne bieten wir für Ihre Messstelle auch den passenden Wirkdruckgeber an.

ENTHALPIEFÜHLER

Enthalpiefühler Klima EN 55



für Standard-Klimaluft
-20 .. 60 °C

Messgenauigkeit EN55

Relative Feuchte
(-15 .. 40 °C, 0 .. 90 % rF):
± 1,3 .. ± 1,57 % rF
Temperatur:
± 0,2 °C ± 0,0067
* (Messwert -20 K)

Bestellcode: EN55-1 mit Display
EN55-0 ohne Display

Enthalpiefühler Prozess EN 57



auch für belastete Luft/beheizter Feuchtesensor
-40 .. 180 °C¹²⁾

Messgenauigkeit EN57

Relative Feuchte
(-15 .. 40 °C, 0 .. 90 % rF):
± 1,0 .. ± 1,7 % rF
Temperatur:
± 0,15 °C ± 0,0022
* (Messwert -20 K)

Bestellcode: EN57-1 mit Display
EN57-0 ohne Display

¹²⁾ bei Temperaturen < -40 und > 180 °C: Einsatz von kundenseitigen Temperaturfühlern (über Analogeingang Luftmeister®)

TECHNISCHE DATEN (SIEHE AUCH S. 3)

Messgenauigkeit Massenstrom	ungestört ± 3 % v. M. gestört bis ± 7,5 % v. M.	Medium	Familie 55, EN55: Unbelastete Luft, 1..10 m/s Familie 57/EN57: Klima- und Prozessluft 1..15 m/s (abhängig vom Wirkdruckgeber)
Messgenauigkeit statischer Absolutdruck	± 3 hPa	Eichfehlergrenze Luftzähler/Luftenergiezähler ¹³⁾	± 5 % v. M. gestört ± 7,5 % v. M.
Einbau EN 55/57	für 12 mm-Bohrung, passender Kanalfansch wird mitgeliefert	Eichfrist ¹³⁾	5 Jahre, Nacheichung im Austauschmodell möglich
Standardflansch für Luftmeister® Familie 55 andere auf Anfrage	Runde Luftleitungen: Steckstutzen mit Gummilippendichtung Eckige Luftleitungen: mit Anschraubflanschen	Zähler-speicherung (LZ, EZ)	2-sekündliche Erfassung und tägliche Speicherung. Verfügbarkeit der letzten 24 Monate, der Werte seit Stichtag sowie aller Minima/Maxima mit Datumsstempel.
Versorgung	90..250 VAC	Zertifikate	CE, Eichfähigkeit i.V. ¹³⁾

13) nur für LZ/EZ 55