

A large industrial facility, likely a steel mill, is shown at sunset. The sky is filled with dramatic, colorful clouds in shades of orange, red, and blue. Several tall smokestacks are visible, with thick plumes of dark smoke rising from them. The foreground shows the complex structure of the factory with various pipes, walkways, and buildings.

Luftmeister

ALLES NUR WARMER LUFT?

Effizienz für Prozessluft und Abwärme

Unsere Innovationen haben uns zahlreiche Awards beschert, auf die wir stolz sind:



Top 10 beim Wettbewerb DENEFF Perpetuum 2019



1. Sieger des German Design Awards in der Kategorie Energie



1. Sieger des Umwelttechnikpreises B-W in der Kategorie Mess-technik/Industrie 4.0



1. Sieger des Freiburger Innovationspreises

Luftmeister® – ein preisgekrönter Pionier

Im Jahr 2016 gegründet, hat Luftmeister in über 600 Projekten zu effizienten lufttechnischen Lösungen verholfen:

- durch eine einzigartige, **patentierete Durchfluss-Messlösung**, die auch bei schwierigen Einbausituationen Präzision bei der Volumen- und Massenstrom-Erfassung erbringt
- durch den ebenfalls patentierten „**Luftenergiezähler**“, der neben dem Luft-Durchfluss auch den Wärmestrom erfasst
- durch unsere Expertise, mit der wir für Ihre lufttechnischen Prozesse und Abwärmearwendungen die passgenaue Lösung erarbeiten und auch vor Ort technisch umsetzen

Hochkarätige **Awards** spiegeln diesen Erfolg wider.

Warum sind Volumen- und Wärmestrom in Luft/Rauchgas zentrale **Effizienz-Hebel**?

Werden Prozessluftanlagen betrieben oder wärmebeladene Luft- bzw. Rauchgasströme emittiert, so entstehen meist erhebliche **Betriebskosten** bei deren Förderung und Filterung. Zugleich stellt die Wärme auch kaufmännisch interessante Werte dar, deren **Ausbeute** es zu **maximieren** gilt. Diese Kostenminimierung und Maximierung der Wärmeausbeute ist ein zentrales Anliegen der verantwortlichen Betreiber.

Der entscheidende Kosten- und Nutzenmultiplikator ist dabei der Durchfluss, sei es als Volumenstrom, Norm-Volumenstrom, trockener/feuchter Massenstrom oder als Wärmestrom.

Mit Abwärme effizient umgehen – das Abwärmekataster und lohnende Folgeschritte

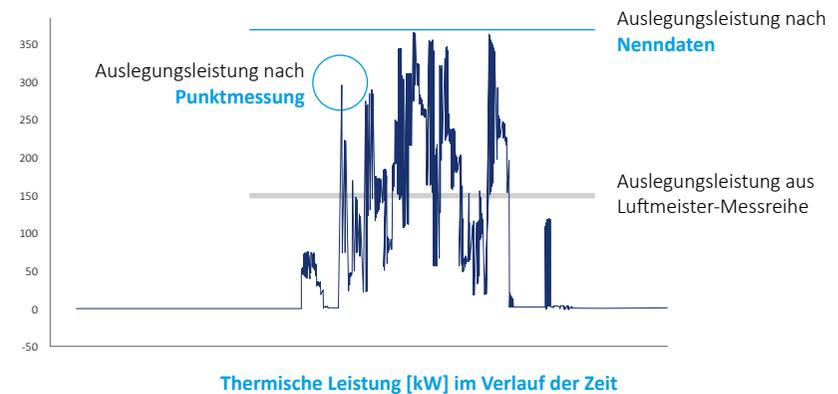
Die Abwärmennutzung ist ein zentraler Baustein der Wärmewende. Mit dem **Energieeffizienzgesetz** werden Unternehmen, die in relevantem Maß Abwärme emittieren, zur Deklaration ihrer Abwärmepotenziale verpflichtet. Es gilt dabei, ein sog. „**Abwärmekataster**“ zu füllen.

Luftmeister unterstützt Industrieunternehmen, die dafür erforderliche **Quantifizierung der Abwärmepotenziale** in effizienter Weise vorzunehmen, indem auf **vier „Erfassungs-Levels“** zurückgegriffen wird:



Wie im Schaubild dargestellt, hat jeder „Level“ seine Berechtigung, auch mit Hinblick auf die von unten nach oben zunehmenden Kosten. Zur überschlägigen Bestimmung der Abwärmepotenziale kann es ausreichend sein, Temperatur, Feuchte und Durchfluss kurzzeitig über Handmessgeräte zu erfassen.

Allerdings sind die meisten thermischen Prozesse diskontinuierlich, emittieren also im Verlauf der Zeit veränderliche Wärmeströme. Wie das nachfolgende Schaubild zeigt, kann eine solche „Punktmessung“ (und erst recht eine „Auslegung“ nach Nenndaten) in solchen Fällen falsche Werte liefern.



Die beiden oberen Levels (Messreihe und dauerhafte Erfassung) sind zwingend erforderlich, wenn es nicht „nur“ um eine Katastermeldung geht, sondern eine Abwärmennutzung ernsthaft in Erwägung gezogen wird. Auf den beiden folgenden Seiten werden hierzu weitere Informationen bereitgestellt.

Lohnende Folgeschritte: Nach der Bestimmung vielversprechender Abwärmepotenziale gilt es, eine **Wärmeplanung** unter Einbeziehung aller Quellen und Senken (z.B. Pinch-Analyse) durchzuführen und eine passende **Abwärmennutzung technisch umzusetzen** (Wärmepumpe, ORC, Speicherung, Absorptionskälte, etc.), sei es durch Eigen-Invest oder einen Energiedienstleister. Luftmeister unterstützt gerne mit Empfehlungen aus seinem „Abwärme-Netzwerk“.

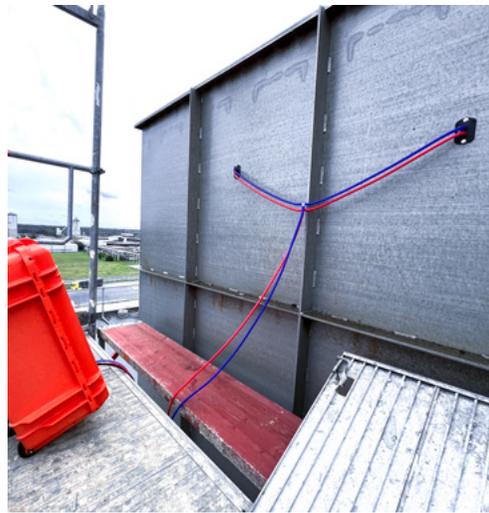


Abwärmeerfassung als Messreihe über einen passenden Zeitraum

Viele Abwärmepotenziale weisen einen **diskontinuierlichen** Verlauf auf. Wiederholen sich Produktionszyklen, so reicht es i.d.R. aus, einige dieser Zyklen zu erfassen, um eine Hochrechnung (für das ganze Jahr) zu ermöglichen.

Luftmeister bietet für diese Fälle den Einsatz von **Messköffern** (mit IP67-Schutz, dem Luftenergiezähler und passender Sensorik) an, mit denen nach professioneller Einmessung die Daten über einen Zeitraum aufgenommen und nach Abbau und Rücksendung ausgewertet werden.

Mit Hilfe dieser Messreihen ist auch eine große Anzahl an diskontinuierlichen Abwärmepotenzialen (Beispiel: 25 Fortluftkamine einer Papierfabrik) sowie eine komplexe Erfassung (Beispiel: Fortluft-Großkanäle einer Mälzerei) **wirtschaftlich und präzise** erfassbar.



Effizienter, kontinuierlicher Abwärme-Auskopplungsbetrieb

Wird eine **Abwärme-Auskopplung** projektiert bzw. gilt es, eine bestehende Auskopplung zu optimieren, so kommen dauerhaft erfassende Luftmeister-Messeinrichtungen zum Einsatz. Steht die **Auslegung eines passenden Wärmetauschers** an, so liefert diese Messstelle alle hierfür erforderlichen Daten – gleichermaßen fußt hierauf auch die weiterführende **Wärmeplanung**.

Ist dann der Wärmetauscher installiert und wird die Abwärme-Auskopplung betrieben, so verhilft die dauerhaft erfassende Luftmeister-Messeinrichtung zu minimalen Betriebskosten.

Setzt man die luft- oder rauchgasseitigen Leistungen ins Verhältnis zu den sekundärseitigen Leistungen (Wasser, Dampf, ...), so kann der **Ausschöpfungsgrad** erfasst und optimiert werden.

Darüber hinaus zeigt ein Absinken des Leistungsquotienten auf, wann der **optimale Abreinigungszeitpunkt** zu wählen wäre. So werden minimale Betriebskosten bei optimaler Ausbeute erzielt.

Thermische Leistung:

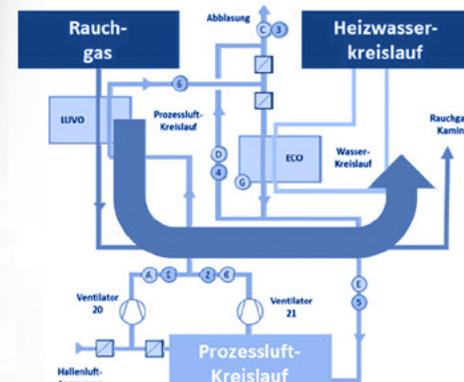
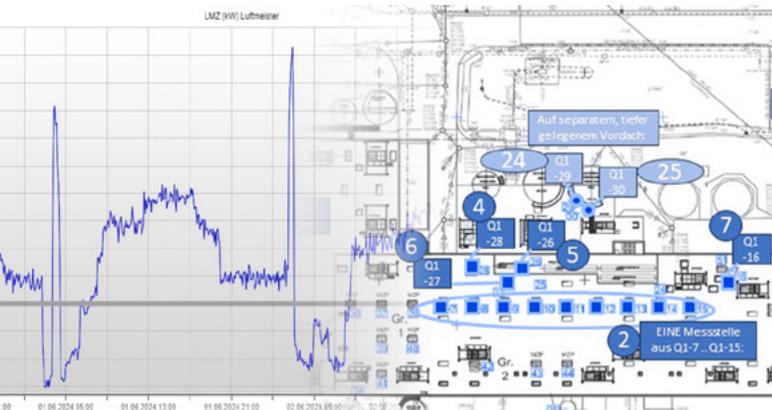
Fortluft vor WRG	$Q_1 = m \cdot h_1$
Fortluft nach WRG	$Q_1 = m \cdot h_2$
Primärabgabe WRG	$Q_1 = m \cdot (h_2 - h_1)$

Ausschöpfungs-Kennzahl (→ Optimierung WRG)

$$\frac{\text{Primärabgabe WRG}}{\text{Fortluft vor WRG}}$$

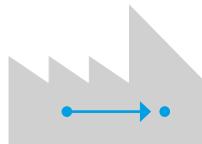
Wartungs-Kennzahl (→ Betriebskosten)

$$\frac{\text{Sekundär-Auskopplung (Wasser, Öl, ...)}}{\text{Fortluft vor WRG}}$$



Innere Wärmequellen effizient nutzen und abgrenzen, WRG optimieren

Wärmeströme in Luft oder Rauchgas spielen nicht nur bei der Abwärmenutzung eine zentrale Rolle. In zahlreichen verfahrenstechnischen Prozessen und Industrien werden Heißluftströme oder Rauchgasströme verwendet, um **innere Wärmequellen den eigenen Senken zur Verfügung zu stellen**.



So werden in der **Keramikindustrie** große Wärmeströme vom Ofen zum Trockner verbracht, die es abzugrenzen und gesondert auszuweisen gilt. Darüber hinaus werden Heißluftströme gezielt aus einzelnen Ofenzonen entnommen, um den Ofenbetrieb (auch bei wechselnden Produkten und Teillasten) immer effizient zu gestalten.

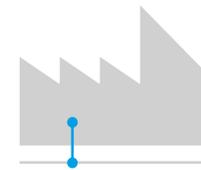
In der **Papierindustrie** gilt es, effizient zu entfeuchten – unter Beachtung der Haubenbilanz (ausbalancierte Massenströme für Vor- und Nachtrockenpartie). Hier wie auch in anderen Industriebranchen sollen zudem Wärmerückgewinnungen (WRG) optimiert werden.

Luftmeister stellt mit dem Massenstrom (trocken oder feucht) und dem Wärmestrom die zentralen Messparameter zur Verfügung, sodass neben einem Monitoring auch eine kontinuierliche Regelung und Optimierung erfolgen kann.

Handelt es sich beim Medium um Rauchgas, so stellt Luftmeister mit seinem **„Rauchgas-Modul“** sicher, dass die thermodynamischen Eigenschaften (die sich von Luft unterscheiden) passend berücksichtigt werden. Dazu werden die Volumen-Anteile an CO₂, H₂O und anderen Komponenten hinterlegt – meist können diese aus Emissionsmessungen entnommen werden.

Ersatz primärenergetischer Wärmequellen durch Ankopplung an ein Wärmenetz

Ist ein Industrieunternehmen Anrainer eines Wärmenetzes, so besteht die Möglichkeit, primärenergetische Wärmequellen (z.B. Gasbrenner) durch eine Ankopplung zu ersetzen. Entscheidend für **Wärmetauscher-Dimensionierung** und **Vertragsgestaltung** ist dabei die Kenntnis der tatsächlichen Wärmeleistungs-Verläufe über einen längeren Zeitraum. Nach erfolgter Umstellung auf den Netzbezug verhilft die Luftmeister-Messlösung weiterhin zur Optimierung, indem der Ausschöpfungsgrad (Nutzwärmestrom zu Einspeisewärmestrom) jederzeit bekannt ist.



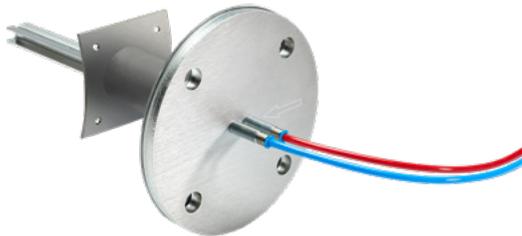
$$x_{CO_2} = \frac{y_{CO_2}}{\sum_j y_j} = \frac{y_{CO_2}}{R} = \frac{1}{R} = \frac{1}{1 + 9,524}$$

$$x_{H_2O} = \frac{y_{H_2O}}{\sum_j y_j} = \frac{y_{H_2O}}{R} = \frac{2}{R} = \frac{2}{1 + 9,524}$$

Luftmeister® – Patentierte Technologie...

In der Praxis gilt es, zahlreiche Herausforderungen zu bewältigen, wenn der Luft-Durchfluss oder -Wärmestrom zu erfassen ist. So weisen viele Luftleitungen nur kurze gerade Strecken auf. Dadurch verteilt sich die Strömung über den Querschnitt sehr ungleich; der Fachmann spricht von **asymmetrischen Strömungsprofilen**.

Luftmeister hat mehrere Erfindungen patentiert, die dieser Herausforderung gerecht werden. Zum einen wurden Durchflusssonden entwickelt, deren „**Doppelschwert**“-Geometrie sicherstellt, dass sämtliche Strömungsvektoren entlang der Sondenlänge Berücksichtigung finden. Dies wurde in der robusten Staudrucksonde „**Luftmeister Freiburg**“ so umgesetzt, dass die Durchflüsse bei hohen Temperaturen, bei Rohrdurchmessern zwischen 80 mm und über 2.000 mm sowie auch bei belasteter Abluft langzeitstabil erfasst werden können. Es stehen verschiedene Prozessanschlüsse sowie Sondervarianten bis 1.150°C und mit Halar-Beschichtung (für aggressive Abluft bis 200°C) zur Verfügung.



... zur Erfassung von **Durchfluss** und **Wärmestrom** in **Luft** oder **Rauchgas**

Vor Ort in der Kundenanwendung wird die Sonde „Luftmeister Freiburg“ an geeigneter Stelle über kundenseitige Stutzen montiert, ebenso eine passende Temperatur-, Absolutdruck- und ggf. Feuchtesensorik zur Enthalpie- und Dichteerfassung. Die vorgenannten Größen können auch aus bestehenden Kundenmessstellen eingelesen werden.

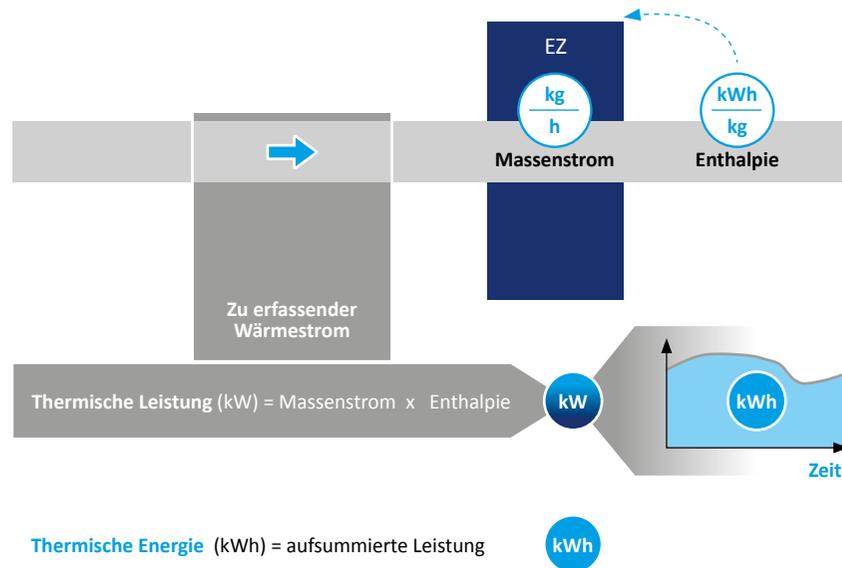
Luftmeister hat ein **Kalibrierverfahren** patentiert, bei dem an der Messstelle über mehrere Messachsen Strömungswerte aufgenommen werden (siehe Foto und Abbildung unten). Auf dieser Basis wird das asymmetrische Strömungsprofil erfasst und korrigierend hinterlegt.

m/s	Pkt.	1	2	3	4	5	6
	Abst.	21,85	65,55	109,25	152,95	196,65	240,35
1	19	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,7	-0,5
2	57	-0,6	0,6	0,2	0,2	0,6	-0,6
3	94	-0,6	0,4	0,7	0,2	0,4	-0,6
4	132	-0,8	0,5	1,7	1,9	1,6	0,5
5	170	-0,8	0,9	2,2	3,2	3,7	2,9
6	207	0,5	1,3	2,1	3,3	3,9	4,3



Der Luftenergiezähler – die professionelle Messlösung ...

Der – ebenfalls patentgeschützte – Luftenergiezähler vereint als **kompakte Messlösung** alle angeschlossenen bzw. integrierten Sensordaten und gibt den Durchfluss und den **Wärmestrom** (thermische Leistung) aus. Dabei kann der Durchfluss wahlweise als Betriebs- oder Normvolumenstrom bzw. als trockener oder feuchter **Massenstrom** bestimmt werden.



Neben den o.g. Größen stehen alle „Hilfsgrößen“, wie Temperatur, Feuchte, Absolutdruck, Enthalpie, Dichte, Strömung, zur Verfügung.

Alle Messwerte werden wahlweise über **Standardschnittstellen**, wie Modbus-RTU, M-Bus bzw. bis zu 11 Analogausgänge oder Schalt-/Impulsausgänge, an übergeordnete Systeme (GLT, PLS, Energiemonitoring, SCADA etc.) übergeben. Somit fungiert der Luftenergiezähler als Mehrkanal-Messumformer für Monitoring, Analysen und kontinuierliche Regelung und Optimierung.

... „All-in-One“ als Mehrkanal-Messumformer,-Logger und -Zähler

Der Luftenergiezähler stellt dabei eine „All-in-One-Lösung“ dar: Neben seiner Funktion als **Mehrkanal-Messumformer** gibt er alle Messdaten über ein optionales **Touch-Display** aus, an dem auch gezielt Vergangenheitswerte abgerufen werden können.

Darüber hinaus stellt der Luftenergiezähler einen 9-kanaligen **Datenlogger** zur Verfügung, der einfach über USB auf Excel ausgelesen werden kann. Dies ist insbesondere hilfreich, wenn (noch) nicht an ein übergeordnetes System angekoppelt wurde.

Sein Name sagt es bereits aus, der Luftenergiezähler ist nicht zuletzt ein Energiezähler: Durchfluss und Wärmestrom werden über die Zeit aufaddiert, und die Summenwerte werden als Luftmengen- und (luftseitige) **Wärmemengenzähler** für Effizienzanalysen und Verbrauchserfassungen bereitgestellt.

Für Effizienzanalyse + Verbrauchserfassung

Zähler

- m³
- kg
- kWh

Für Regelung + Monitoring

Messumformer/Logger

- m³/h
- kg/h

Für Analysen

- Pa
- kW
- m/s
- hPa
- °C
- %rF



Luftmeister

Luftmeister GmbH

Erich-Rieder-Straße 5
79199 Kirchzarten

Telefon +49-7661-3849885

E-Mail info@luftmeister.de

Website www.luftmeister.de

Luftmeister®

- ✓ **MACHT DEN PROZESSLUFT-BETRIEB EFFIZIENTER**
- ✓ **ERFASST ABWÄRME-POTENZIALE PASSEND**
- ✓ **MISST RAUCHGAS-WÄRMESTROM PRÄZISE**
- ✓ **BEREITET ABWÄRME-AUSKOPPLUNG UND WÄRMENETZANKOPPLUNG PROFESSIONELL VOR**