

Mit Messlösungen Lüftungs-Anlagen optimieren

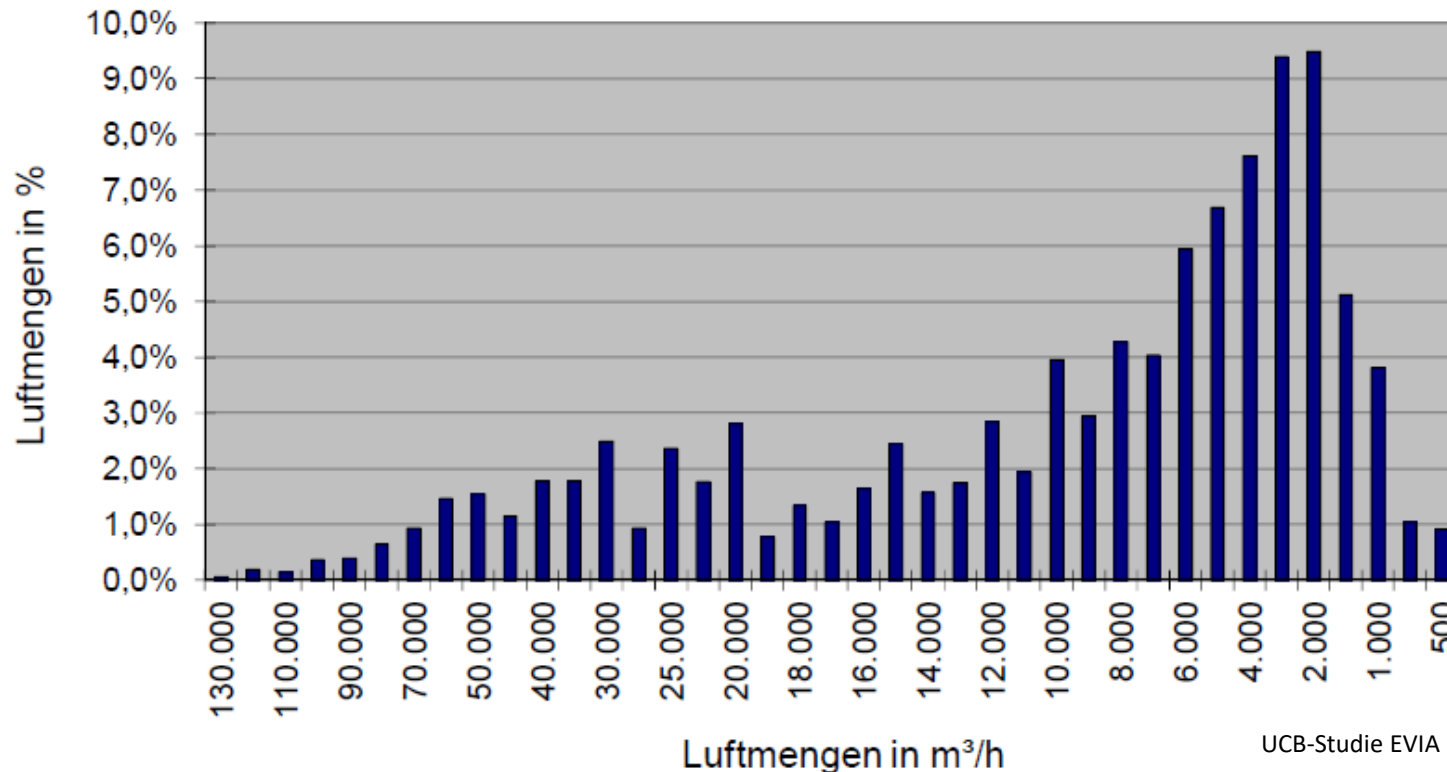
Jens Amberg, Luftmeister GmbH



67% der RLT-Anlagen liefern einen zu hohen Volumenstrom.

Durchschnittliche Überdimensionierung: um 15%

Einsparpotenzial: Ventilatorstrom UND Filterung UND Erhitzung/Aufbereitung!



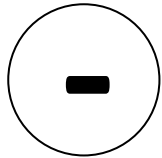
**Verteilung der
RLT-Anlagen in
Deutschland**

**Durchschnitt
= 14.800 m³/h**

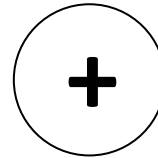
**Im Durchschnitt
also um 2.220
m³/h zu groß
dimensioniert**

Luftvolumenstrom ist der zentrale Hebel für Effizienz und Qualität

≡Luftmeister



(minimaler)
Auslegungs-
Volumenstrom



Luft-Versorgung zu
niedrig,
Luftwechselraten
oder min. VS nicht
erfüllt

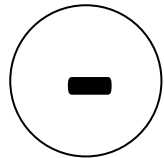
Muss aus
Qualitätsgründen
zwingend
vermieden werden

+ Zusatzkosten für
Ventilatorstrom

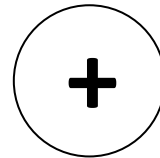
+ Zusatzkosten für Erhitzen/
Kühlen u.a. Aufbereitung

Ziel deshalb: eine Volumenstrom-Versorgung im „grünen Bereich“ zu erfassen + einzuregeln

≡Luftmeister



(minimaler)
Auslegungs-
Volumenstrom



Luft-Versorgung zu
niedrig,
Luftwechselraten
oder min. VS nicht
erfüllt

Muss aus
Qualitätsgründen
zwingend
vermieden werden

≡Luftmeister
„grüner
Bereich“

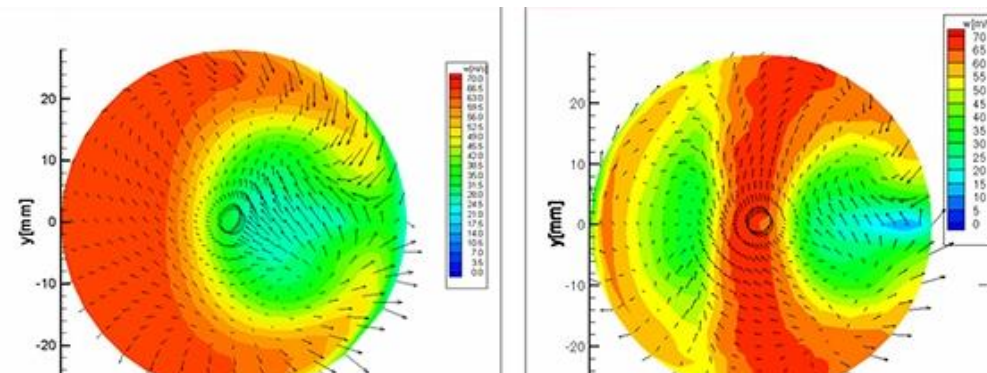
+ Zusatzkosten für
Ventilatorstrom

+ Zusatzkosten für Erhitzen/
Kühlen u.a. Aufbereitung

Aufgabe: Sichere, kontinuierliche Luft-Volumenstrom-Erfassung

Luftmeister





Asymmetrische Strömungsprofile durch...



1. **Vorstörungen**

2. Sehr kurze **Einlaufstrecken**

3. **Teillast**situationen

Klassische Messmethoden erzielen in diesen typischen Situationen nur drittklassige Genauigkeiten.

Luftmeister hat dieses messtechnische Kernproblem gelöst

Die Antwort auf asymmetrische Profile: Patentierte Luftmeister-Lösung

Luftmeister

1 Offene Rinne – Erfassung aller Strömungsvektoren entlang der Sondenlänge



Multipunkt-Kalibration
(Strömung, Dichte,
schwankungskompensiert)

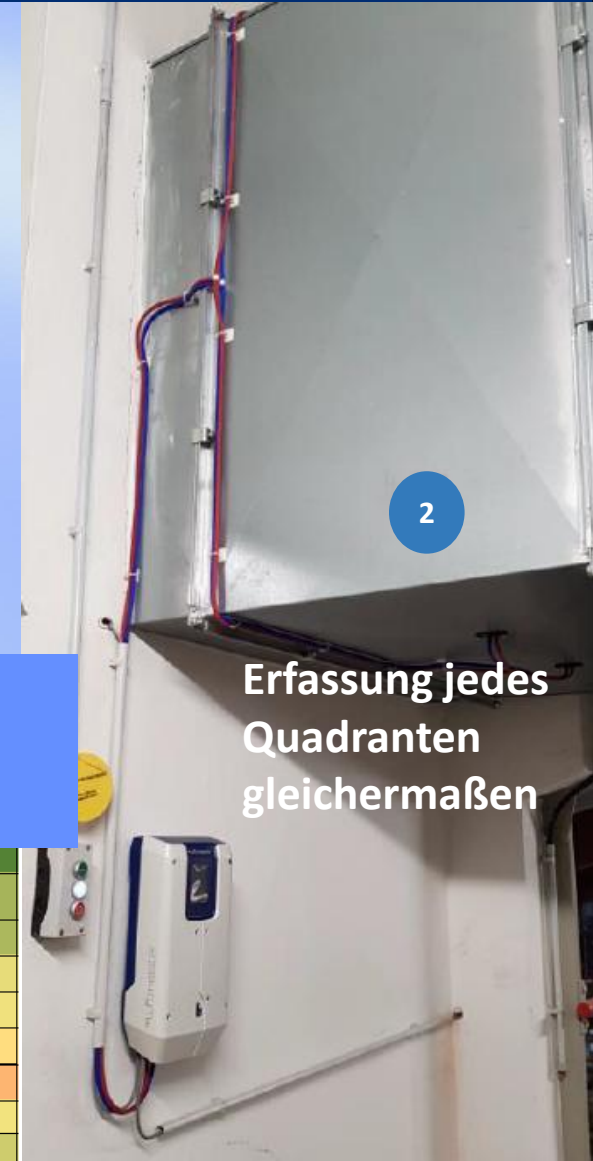
m/s	Pkt.	1	2	3	4	5
Pkt.	Abst.	21,7	65,1	108,5	151,9	195,3
1	18	2,8	2,5	1,8	0,7	3,0
2	54	5,4				
3	90	6,7				
4	125	8,0				
5	161	7,6				
6	197	7,5				
7	233	8,0				
8	269	7,5				
9	304	7,4				
10	340	7,0				



3	5,3	5,7	3,7	1,8	-1,7
	6,2	7,0	6,9	2,7	1,6
	5,7	5,3	6,1	4,7	1,8
	5,7	4,8	5,7	4,9	4,2
	5,1	3,4	4,8	5,6	4,5
	5,3	3,5	4,1	5,5	5,4
	5,9	4,6	3,6	4,0	6,2
	5,9	4,6	3,5	3,0	4,6
	5,9	5,3	3,4	1,9	3,2

2

Erfassung jedes Quadranten gleichermaßen



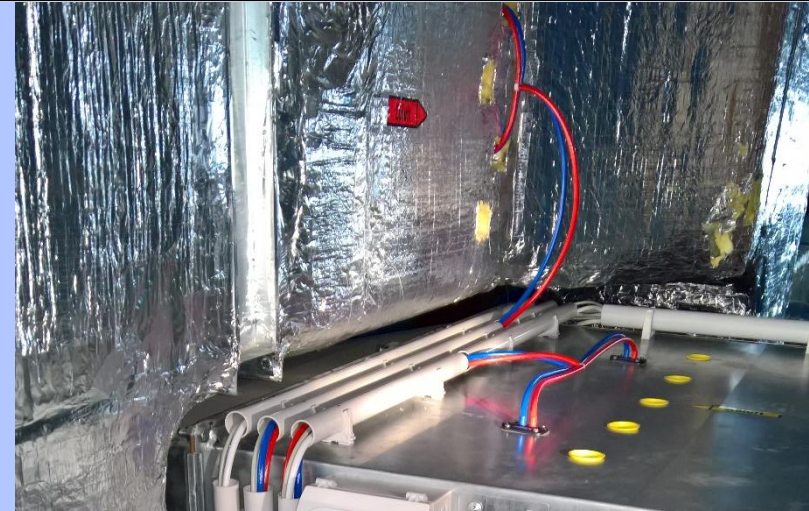
Effizienzlösung für Umluftanlagen

Luftmeister



Häufig ist der **Außenluft-Anteil zu hoch** eingestellt (typisch: > 35% statt 25%)

- Überhöhter Wärme- und Kältebedarf
- Kontinuierliche Messung und Regelung auf den passenden Außenluft-Anteil!
- Amortisation: i.d.R. 1-2 Jahre



In Außenluft-Kanälen herrschen oft nur sehr niedrige Strömungen vor



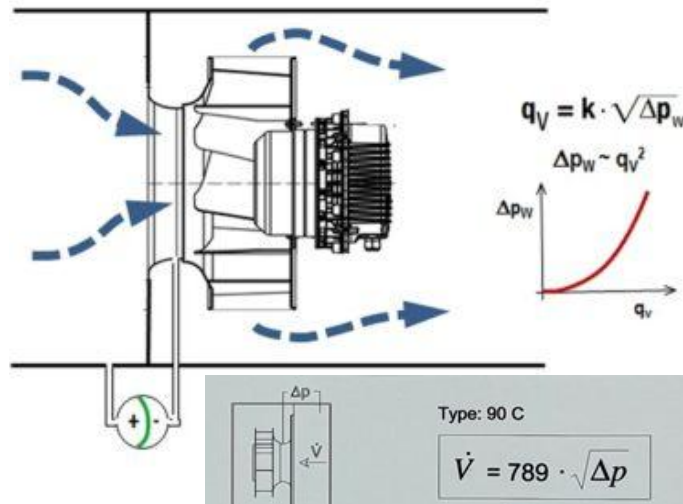
Effizienzlösung für RLT-Anlagen mit „Ringdüsen“-Messstelle

Luftmeister



Effizienzlösung für RLT-Anlagen mit „Ringdüsen“-Messstelle

Luftmeister



Seit etwa 20 Jahren werden Neu-Anlagen mit einer „Ab-Werk-Volumenstrom-Messung“ (Ringdüse) ausgestattet.

Diese weichen i.d.R. 5..25 % vom tatsächlichen Ist-Wert ab! Maßnahmen:

- Einmessung in der tatsächlichen Anlagengeometrie (Präzisions-Kalibration)
- Kontinuierliche Volumenstrom-Messstellen (Vorteil: auch für Einzel-Stränge verfügbar)

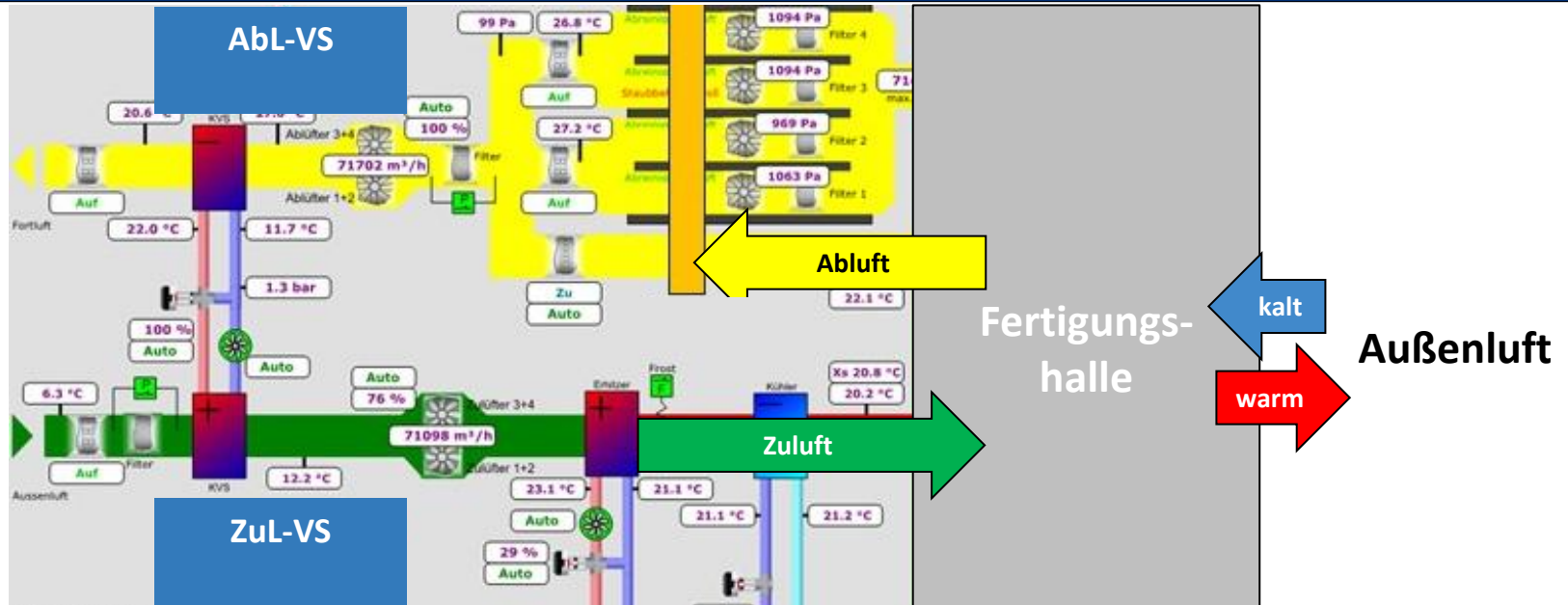
G S II		V gemessen m³/h	V Norm-Di m³/h	P RingDüse gemessen Pa	Temp gemessen °C	Luftdruck gemessen hPa	Di gemessen kg/m³	rF gemessen %	k ber.	k Hersteller	V ber. m³/h	V Differenz Spalte M-D m³/h	%
A-A	1	30524	29865	326	21,2	995,6	1,174	39,7	1295	1180	27808	-2057	-6,9
	2	37748	36824	488	21,4	993,4	1,171	39,4	1308	1180	34067	-2757	-7,5
	3	44557	43119	704	22,9	990,4	1,161	37,6	1279	1180	41093	-2026	-4,7
A-B	1	30433	29662	285	21,9	994,4	1,17	40,2	1379	1180	26045	-3617	-12,2
	2	37308	36259	430	22,1	992,2	1,166	40,6	1374	1180	32047	-4212	-11,6
	3	44984	43633	556	21,1	987,1	1,164	44,3	1455	1180	36472	-7161	-16,4
A-C	1	30191	29520	204	20,5	993	1,173	45,9	1619	1180	22007	-7513	-25,5
	2	36340	35371	315	21,3	991,1	1,168	44,1	1565	1180	27405	-7966	-22,5
	3	40906	39575	461	22,3	988,6	1,161	41,8	1452	1180	33253	-6322	-16,0

Effizienz durch ausgeglichene Luftbilanz

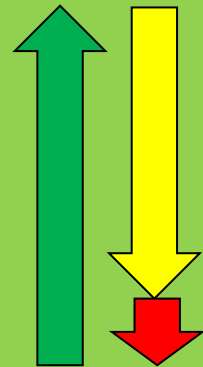
Luftmeister



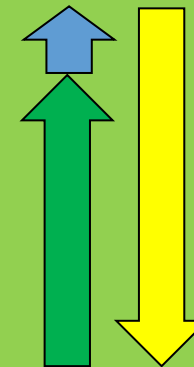
Effizienzlösung für RLT-Anlagen ausgeglichene Luftbilanz



Bei nicht ausgeglichener Luftbilanz:



Überdruck, Hallenwärme entweicht



Unterdruck, Außenluft dringt ein

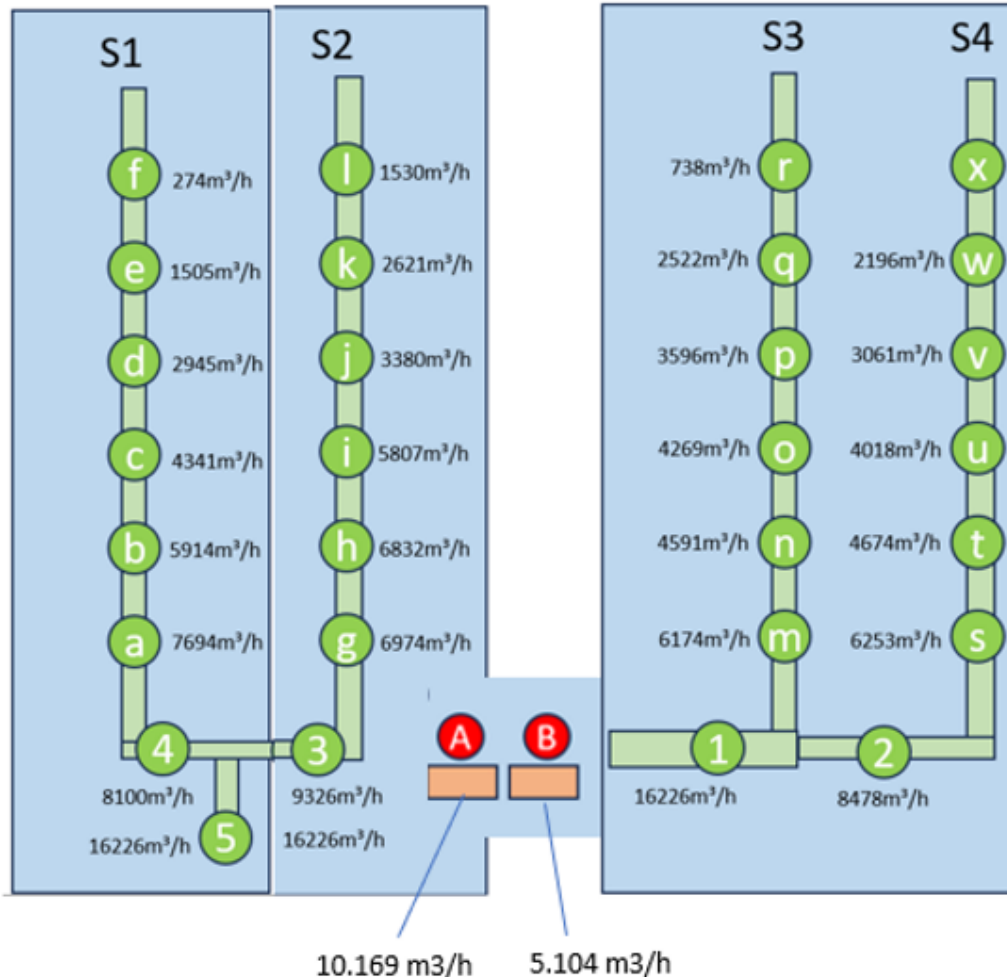
Effizienz durch passende Luftverteilung

Luftmeister



Überprüfen (und Einregeln) der Volumenstrom-Verteilung

Luftmeister

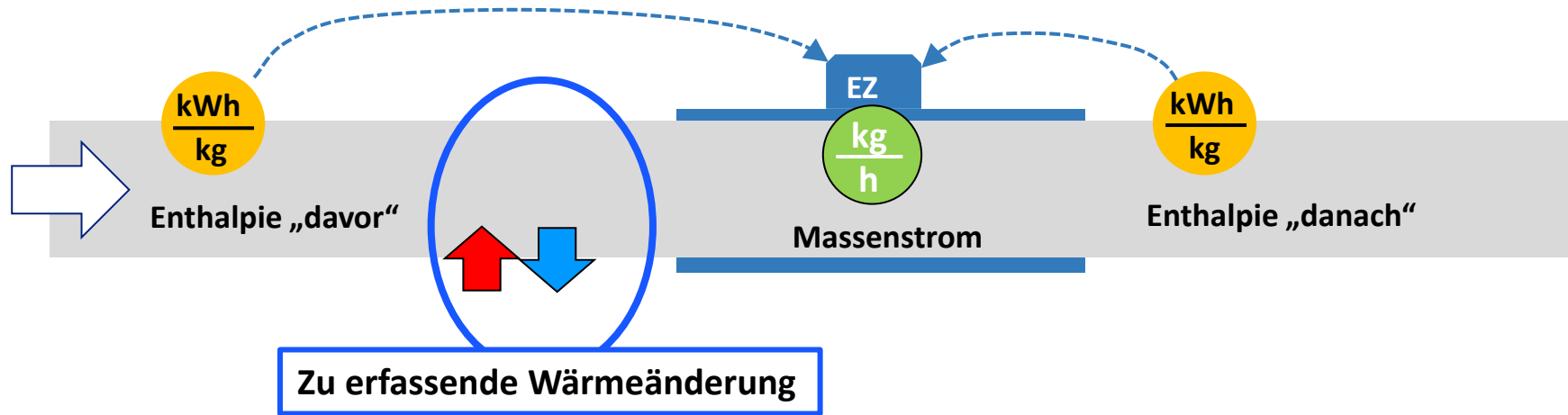


**Wird die teuer aufbereitete
Luft an die richtigen Stellen
gebracht?**

**Luftmeister überprüft die
Ist-Volumenströme (Zuluft
und Abluft) und stellt das
gemeinsam mit dem
Betreiber den Bedarfen
gegenüber (Abgleich
Mitarbeiteraufenthalt und
Versorgung).**

**Optional wird auch bei der
Einregulierung unterstützt,
um eine passende
Luftverteilung
herbeizuführen**





Thermische Leistung (kW) = Massenstrom x (Enthalpie „danach“ - Enthalpie „davor“)

Thermische Energie (kWh) = aufsummierte Leistung

Falls > 0, dann kWh

Falls < 0, dann kWh

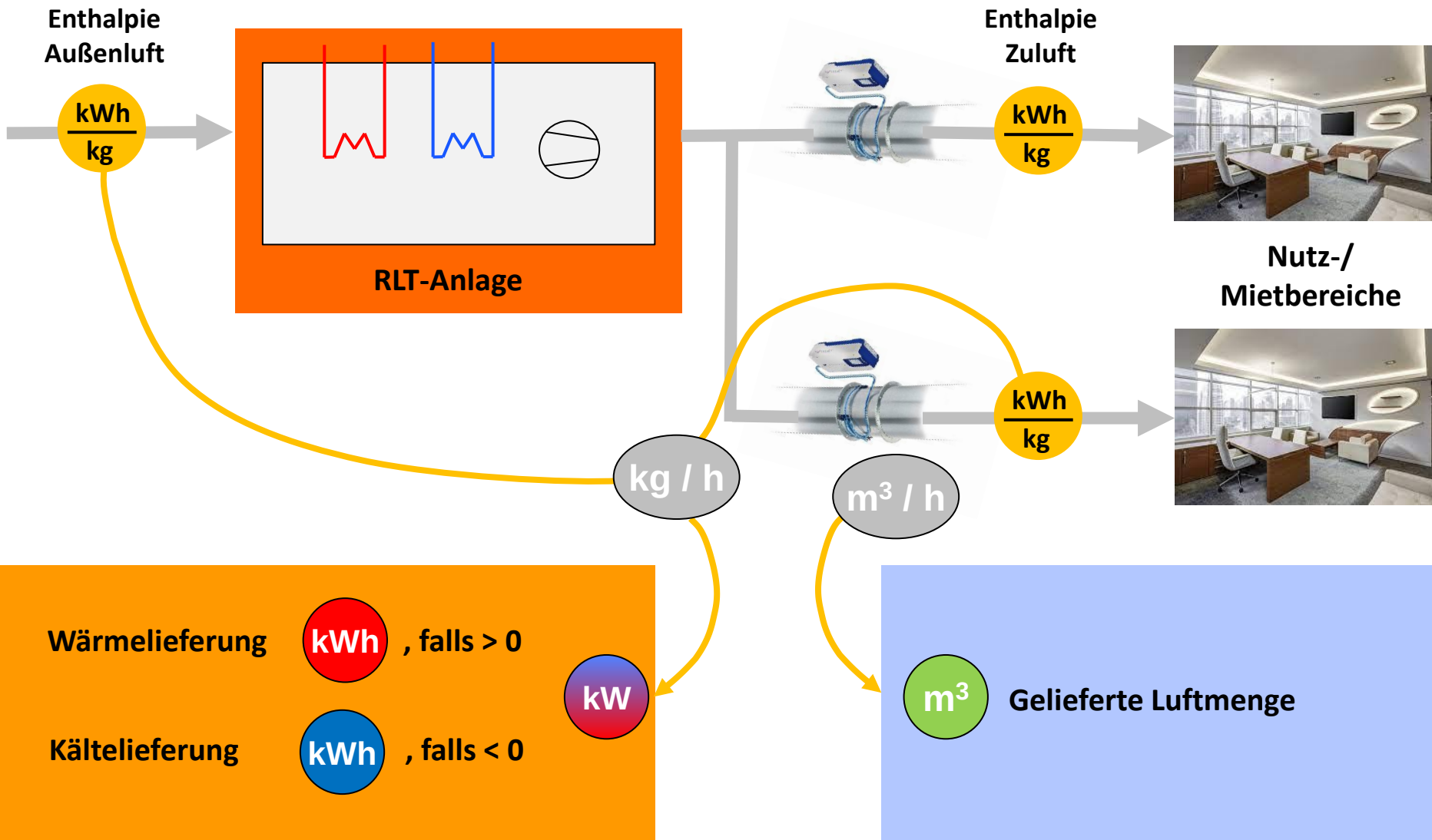


Der Luftmeister Energiezähler unterscheidet mit gesonderten Zählern die **Energiezuführung (bzw. die Wärmelieferung)** und die **Energieentnahme (bzw. die Kältelieferung)**

Effizienzlösung Verbrauchserfassung pro Kostenstelle

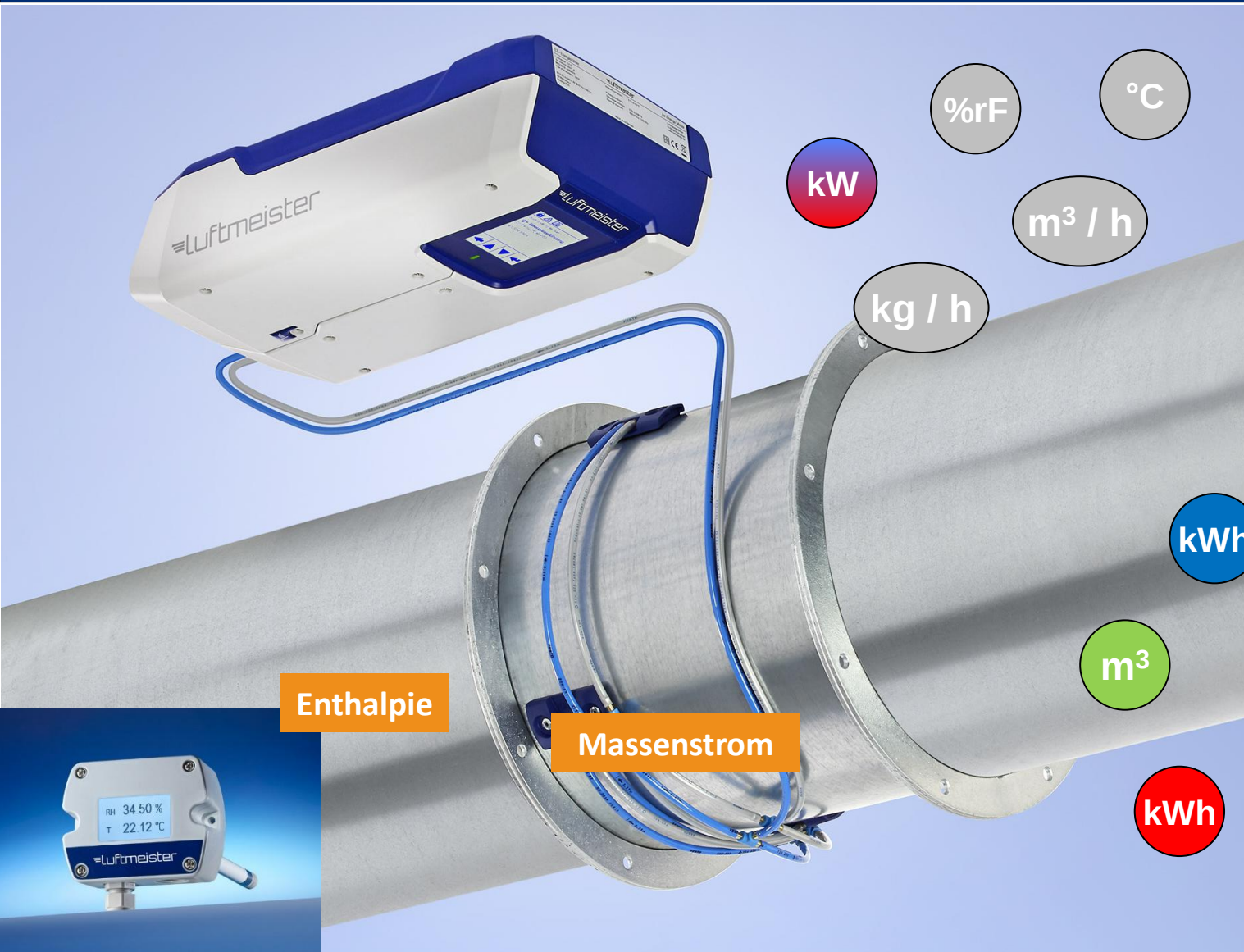
Luftmeister





Die messtechnische Lösung: Der Luftenergiezähler

Luftmeister



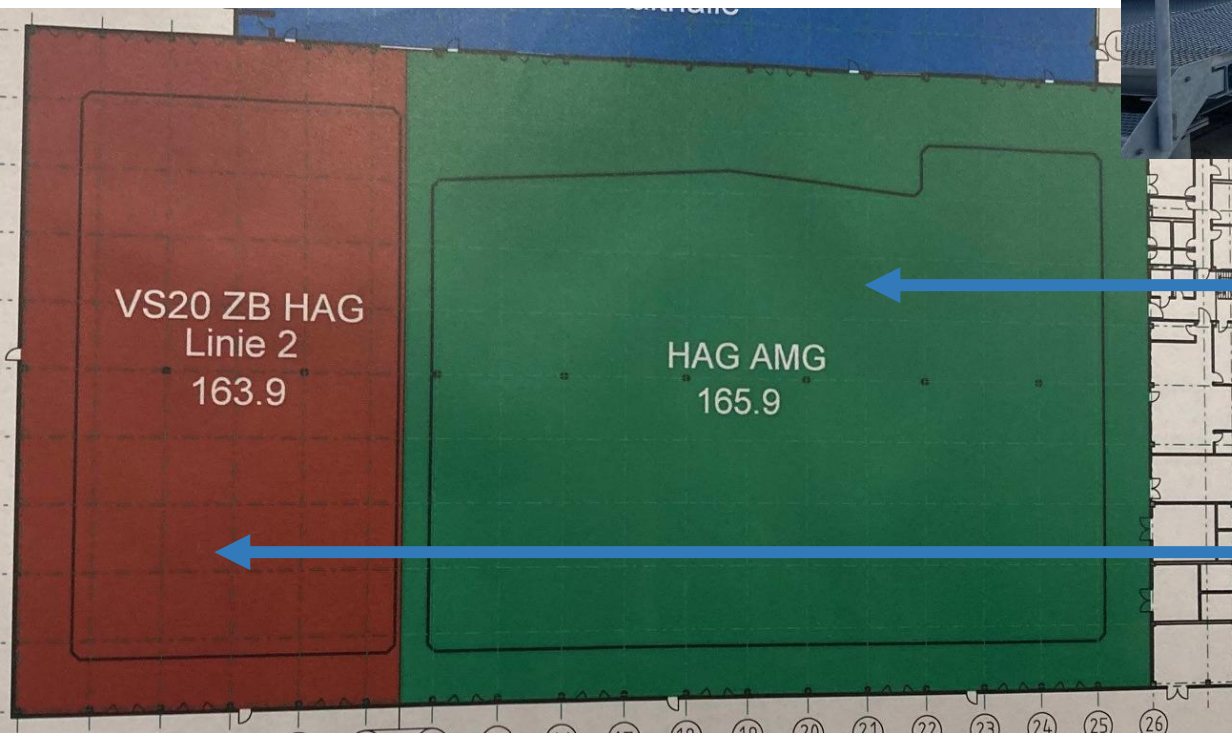
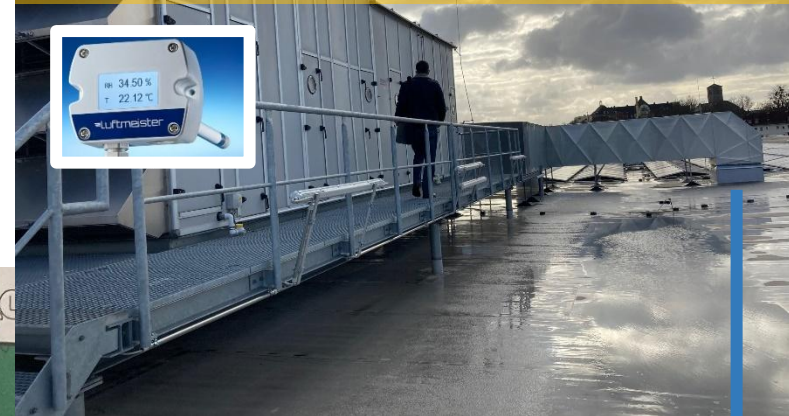
Monitoring der
Luftlieferung

Verbrauchs-
zählung

Industrie: Einspar-Motivation auf Kostenstellen-Ebene!

Analogie: siehe Erfolg bei den Druckluftzählern seit ca. 2005

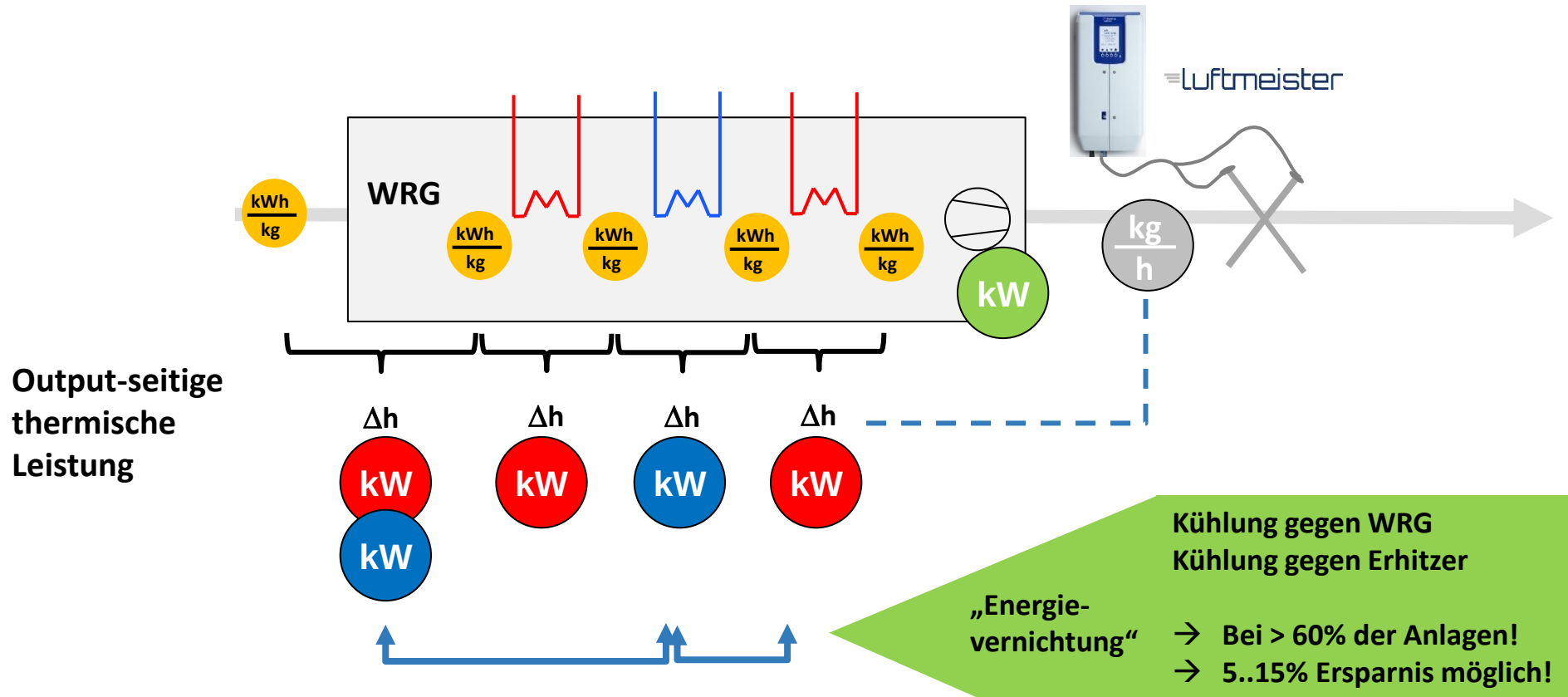
**Dachzentralanlage
mit Außenluft-Enthalpiefühler**





Kontinuierliches Energiecontrolling von RLT-Zentralen

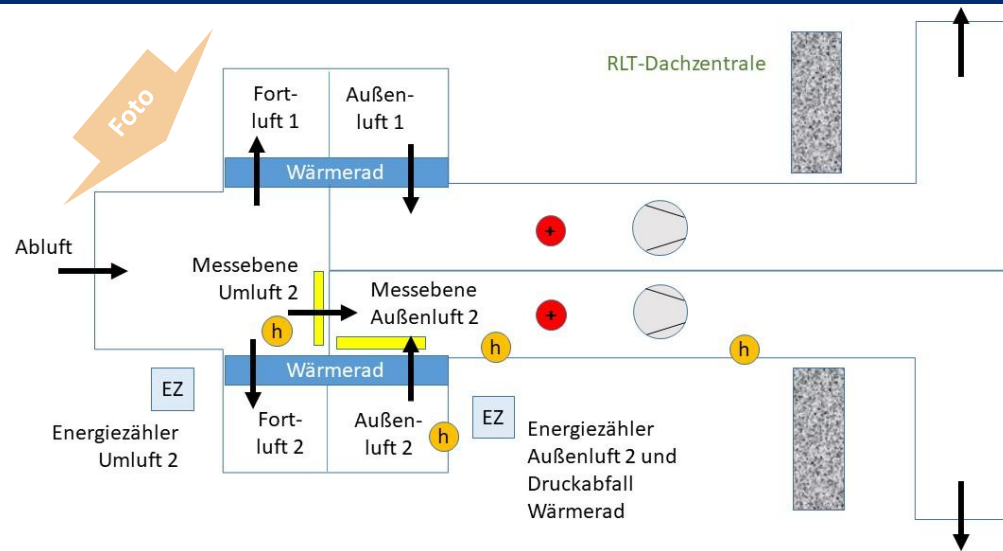
Luftmeister



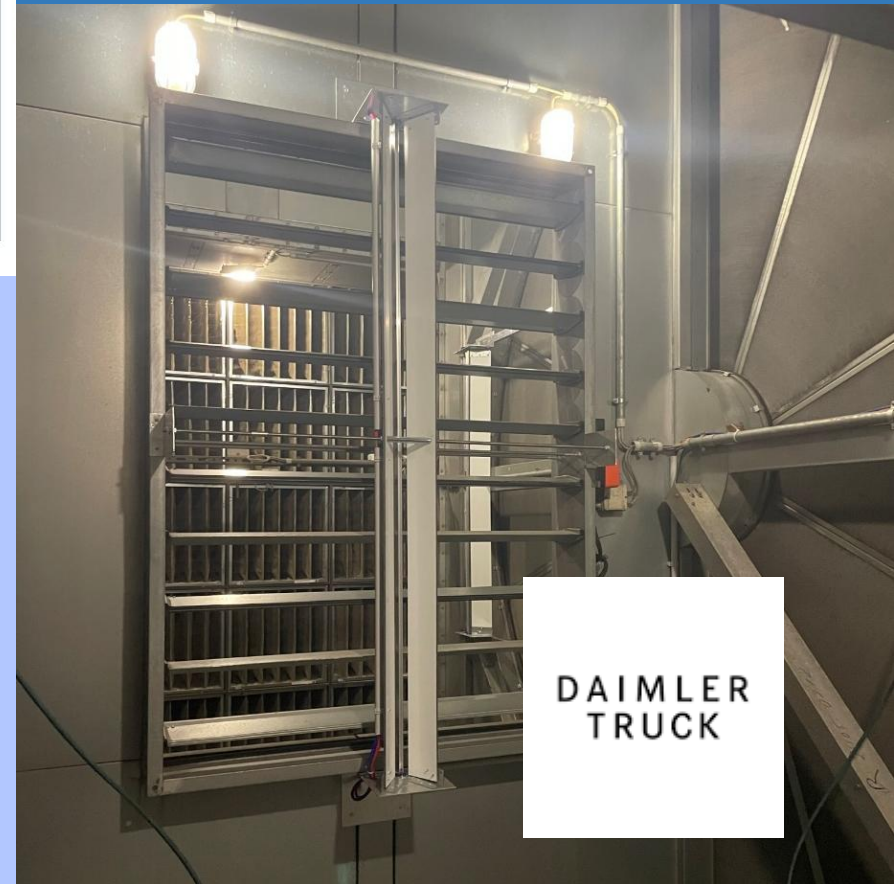
- Transparenz („jede Ecke im **Mollierdiagramm** zu jedem Zeitpunkt bekannt“)
- „**Energievernichtung**“ aufdecken: Optimierung der **Regelparameter** + **Energieeffizienz**
- Schnelle **Fehlersuche** (jede Aufbereitungsstufe transparent)

Beispiel RLT-Energiecontrolling: Daimler Truck AG

Luftmeister



RLT-Zuluft-Anlage mit ca. 100.000 m³/h
Rechts: Wärmerad (WRG)
Links: Umluft



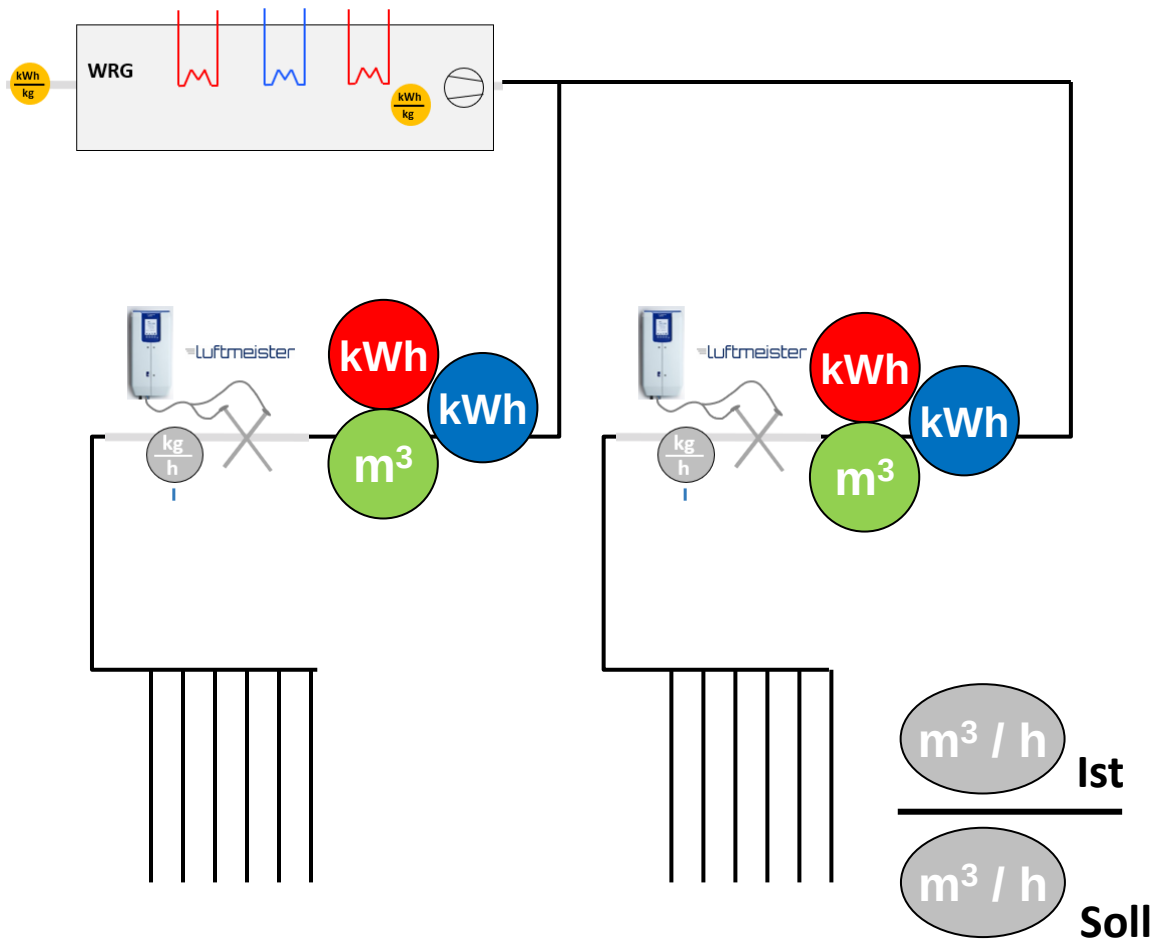
DAIMLER
TRUCK

Effizienzanalyse Luftmeister:

- Zeitweise Überhitzung der Zuluft auf über 40°C
→ Regel-Fühler ersetzen!
- Umluft tritt phasenweise durch das Wärmerad und den AuL-Kanal aus
→ dichtschießende AuL-Klappen!
- Umluft / AuL werden zeitgesteuert umgeschaltet, nicht nach Effizienzkriterien
→ Regelung anpassen!



Kennzahlen für das RLT-Energiemonitoring

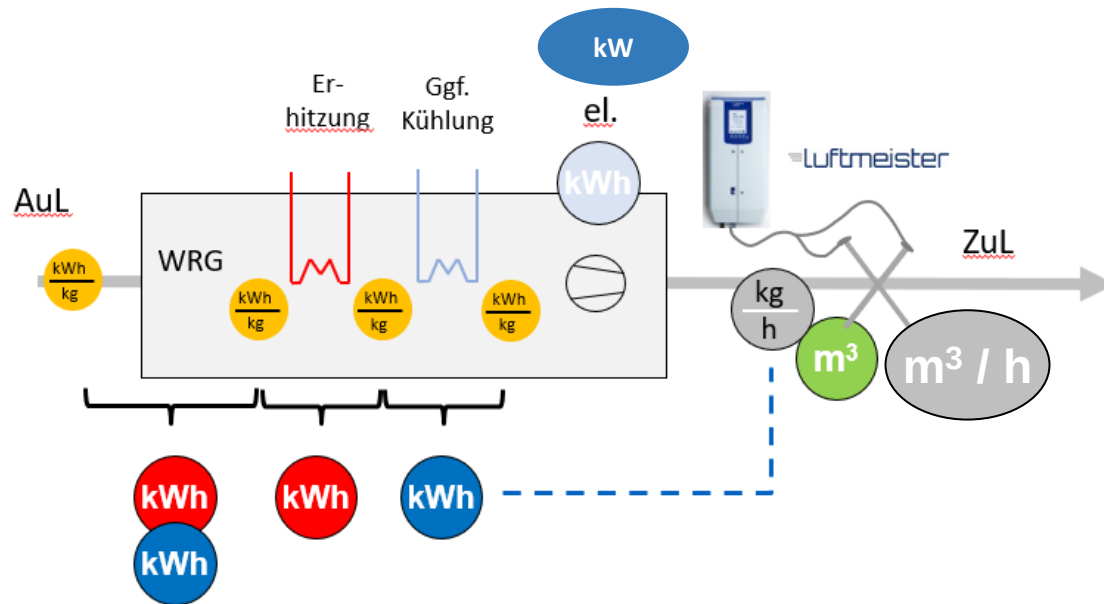


Kennzahlen unterstützen bei der Beurteilung der Effizienz-Entwicklung

Diese müssen individuell aufgestellt werden. Hier ein Beispiel für eine Hallen-RLT mit 2 Hauptsträngen

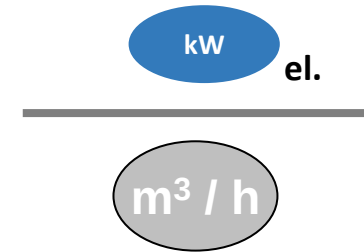
Kennzahlen für das RLT-Energiemonitoring

Luftmeister



Luftenergie-Kennzahlen der größeren ZuL-Anlagen

- Anteil WRG-Wärmemenge an Gesamt-Erhitzungswärmemenge
- Gesamt-Volumen (m³) pro Gesamt-Versorgungsfläche (m²)
- Gesamt-Wärmemenge (kWh) pro Gesamt-Versorgungsfläche (m²)
- ggf. Gesamt-Kälteemenge (kWh) pro Gesamt-Versorgungsfläche (m²)
- Ventilator-Performance: Gesamt-Volumen (m³) pro el. Energie (kWh)



spezifische Ventilatorleistung
(SFP: **Specific Fan Power**)

Vergleichswert zu anderen
Anlagen

Veränderungen im
Lüftungskanalnetz (Verstellung
der Ventile oder stark
verschmutzter Filter) erkennen

Luftmeister-Lösungen für Ihre Effizienzsteigerung

Luftmeister



Industrielle Volumenstrom-Messlösungen



Energiecontrolling von RLT-Zentralen



Abwärme-Erfassung und -Optimierung



Verbrauchsgerechte Lüftungskosten- Abrechnung

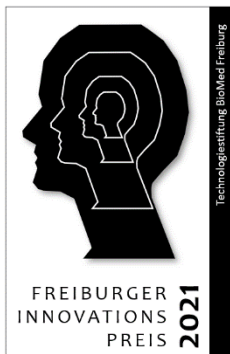
 Luftmeister

Mit Messlösungen optimieren –
in Klima- und Prozessluft



Jens Amberg, GF Luftmeister GmbH amberg@luftmeister.de +49-7661-3849888

 Luftmeister



**ENERGY
EFFICIENCY
AWARD 2022**
by dena



e con

Ein Unternehmen der 

 luftmeister

Energieeffizienz in
RLT-Anlagen steigern
– durch präzise
Messung & Steuerung



Das Problem: Wachsende Herausforderungen im Energiemanagement

Ausgangssituation vieler mittelständiger Unternehmen



Herausforderungen im Energiemanagement

- Steigende Energiekosten
- Regulatorische Anforderungen und Berichtspflichten
- Hoher Zeitaufwand in der Datenerhebung
- Fehlende Transparenz des Energieverbrauchs
- Aufwendige Energieverbrauchsoptimierung

Wir kennen Ihre Herausforderungen.

Die Lösung: Energiemanagement-System

Ein ganzheitliches Energiemanagement-System trägt zur Steigerung der Energieeffizienz bei



Vorteile mit einem Energiemanagement-System

- Kostenreduktion durch Senkung des Energieverbrauchs
- Steigerung der Ressourceneffizienz
- Transparenz über Energieverbräuche
- Zeitersparnis durch Automatisierung
- Unterstützung beim Erreichen von Nachhaltigkeitszielen

Wir haben die passende Lösung für Sie.

Schritt für Schritt zum ganzheitlichen Energiemanagement

Warum softwaregestütztes Energiemanagement?

Installation intelligenter
Messtechnik



Transparenz durch EMS



Potenziale erkennen
und wahrnehmen



Messbare Kosten- und
CO2-Einsparungen



Nachhaltigkeit und
Wettbewerbsfähigkeit



econ solutions im Überblick

Energiemanagement erstaunlich einfach.

- econ solutions wurde 2010 gegründet und ist seit 2017 ein Unternehmen der Mannheimer MVV-Gruppe
- Deutschlandweit vertreten, europa- und weltweite Rollouts auf Standorte unserer Kunden
- Breit aufgestelltes Experten-Netzwerk
- Hohe Expertise in Hardware, Software und allen Services für betriebliches Energiemanagement
- Kontinuierliche Weiterentwicklung der Lösungen durch ein erfahrenes Entwicklerteam

Wir sind immer in Ihrer Nähe.



econ – short facts

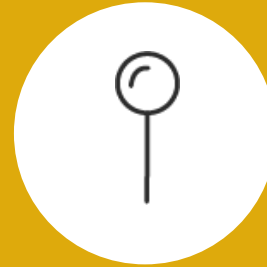
econ in Zahlen.



**15 Jahre
Erfahrung**



29 Experten



10 Standorte



**Über 1.000
Kunden**

Über 850 zufriedene Kunden vertrauen auf econ solutions

Diese Unternehmen sparen durch den Einsatz von econ im Schnitt 10% Ihrer jährlichen Energiekosten.



Unsere Lösungen

Nicht nur ein Energiemanagement, sondern genau Ihres!

Wir sind Spezialisten, die sich gerne und professionell in den Dienst Ihres Energiemanagements stellen.

Wir integrieren Ihre Bedürfnisse in unsere Konzepte und machen Ihnen das Leben so maximal einfach.

Mit Lösungen, die flexibel skalierbar sind, die ganzheitlich funktionieren und die Plug & Play zu Ihrer Infrastruktur passen.

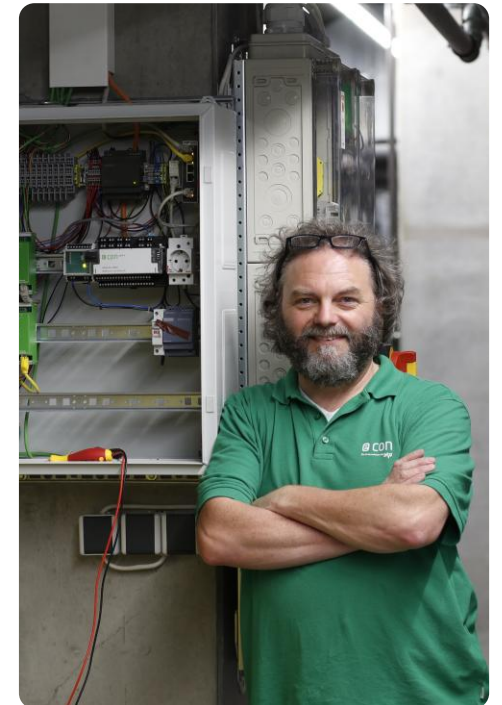
Software



Hardware



Services



Systemaufbau

Ebene 4

Software-Ebene

Browserbasierte Applikation zur
Konfiguration und Datenauswertung

e CON ⁴



Ebene 3

Datenhaltung und Aufbereitung
Server, Schnittstellen

e CON ⁴

e CON vNode

Ebene 2

Datensammlung

Datenlogger mit
unterschiedlichen Schnittstellen



Ebene 1

Feldebene

Zähler und Sensoren

Produktion



Verwaltung



Technik



Rechenzentrum



econ vNode – flexible **Schnittstellen** für Ihre **econ4-Software**

Herstellerunabhängigkeit wird bei uns groß geschrieben. Deshalb ermöglichen wir Ihnen die Integration zahlreicher Datenquellen und Schnittstellen.

Dafür setzen wir auf econ vNode – eine Software, die einfache Gerätekonnektivität, Datenverarbeitung und eine schnelle Datenanlieferung an die econ4-Software ermöglicht.

Mit econ vNode wird auch Ihr econ-System zu einer wahren Datendrehscheibe. Bei der Auswertung und Analyse können Sie sich voll auf die grafische Aufbereitung konzentrieren.

Ein Produkt für:

Die flexible Integration der wichtigsten Datenübertragungsmodelle der Industrie in ihr econ4-System, wie z. B. Modbus-TCP, OPC UA, BACnet, MQTT und REST-API.

Die Systemarchitektur.



Das Herzstück – Die econ4 Software

econ4 – Transparenz nutzen. Effizienz steigern. Kosten reduzieren.

- Herstellerunabhängige Integration sämtlicher Datenquellen
- Schnelle, einfache Bedienung über den Webbrowser
- Offen für alle Energiearten & Medien (Strom, Gas, Wasser, Öl usw.) sowie beliebige Zustandsdaten (Temperatur, Druck usw.)
- Flexible Auswertungen im umfangreichen Berichtswesen
- Einfache Bildung von Kennzahlen (KPI) für die Performance-Bewertung und direkte Optimierung
- Kosten- und CO2-Umrechnungen für Kostenstellen und Umwelt-Reporting
- Assistent zur DIN EN ISO 50001:2018 – alle Anforderungen der Norm auf einen Blick mit Maßnahmen-Reporting

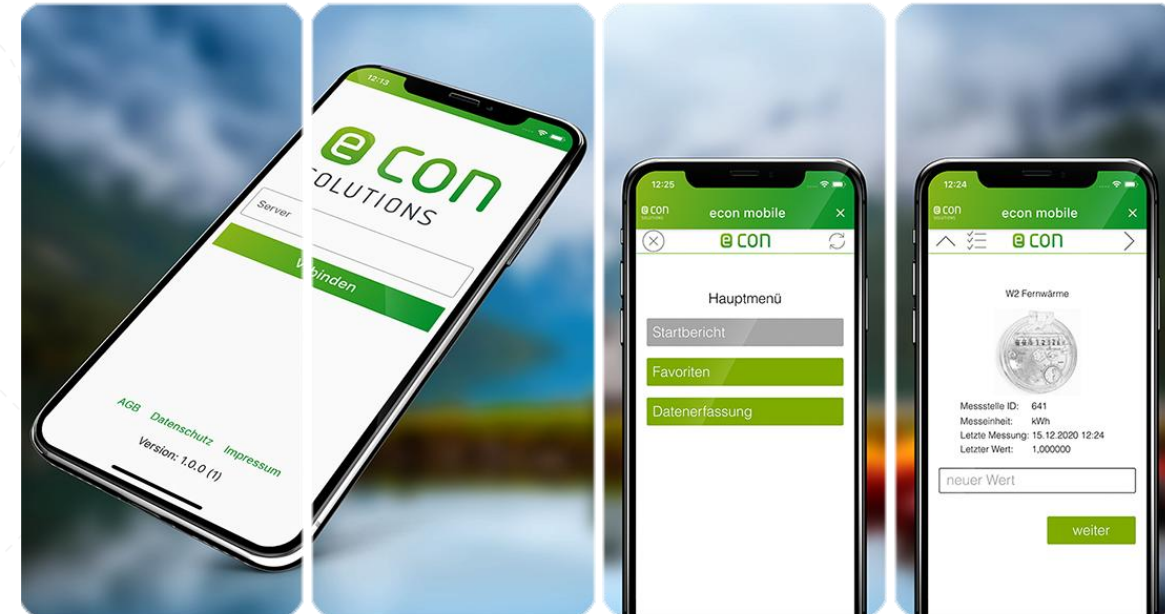


Mobile Datenerfassung

econ mobile – einfache und schnelle Datenintegration.

- Zugang zur econ4 Software mittels mobiler App für Smartphones und Tablets – kompatibel mit Android und iOS
- Integrierte Plausibilitätsprüfung der Eingabe
- Möglichkeit der Offline-Eingabe
- Individuelle, frei wählbare Zählerrouen zur gezielten Führung von Mitarbeitern zu den Ablesepunkten
- Analyse der Messdaten über Favoritenhinterlegung
- Anzeige von Berichtsfavoriten (z. B. Balkendiagramme)
- Hohe Benutzerfreundlichkeit – intuitiv und selbsterklärend

Zählerstände einlesen leicht gemacht.



Auszug Berichte

Werkzeuge

Software – Erkenntnisse in drei Klicks

Lastanganalyse über Dauerkennlinie und Spektralanalyse

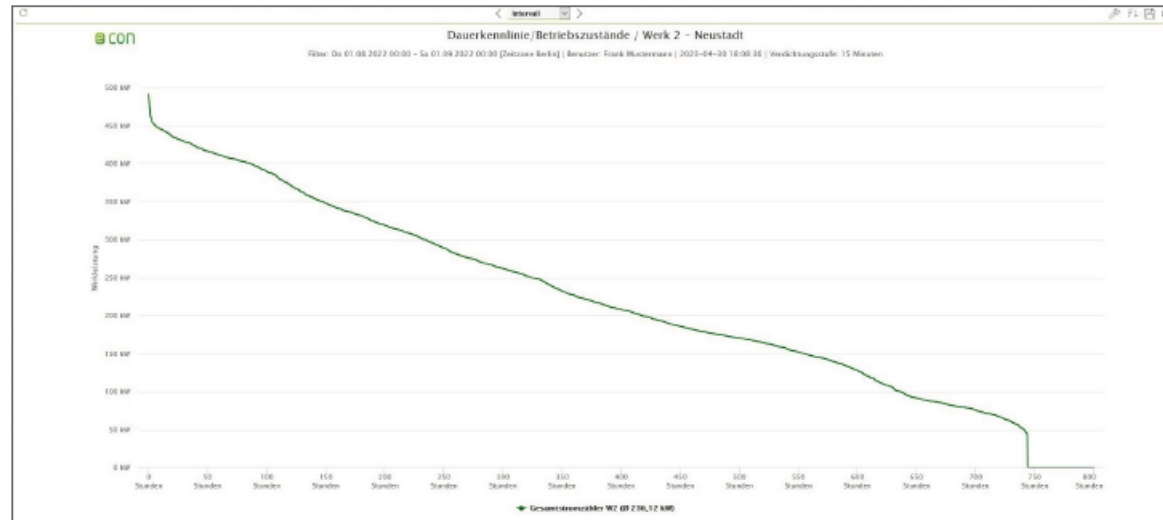


Abbildung 6 – Dauerkennlinie

- Je steiler der Verlauf oben links, desto höher oder wahrscheinlicher ist das Potenzial zur Kostenreduzierung mittels Spitzenlastmanagement.

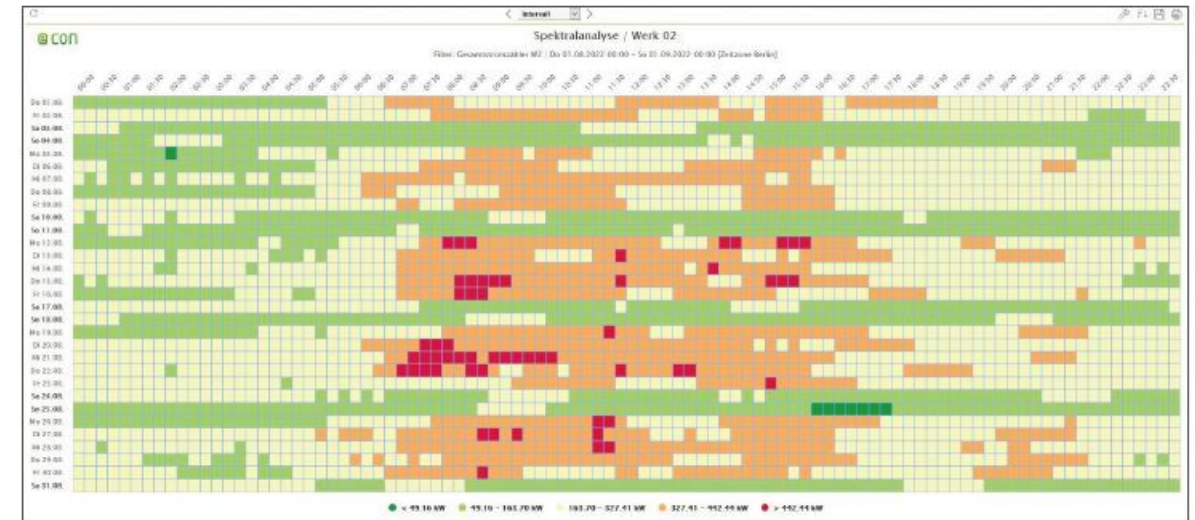


Abbildung 7 – Spektralanalyse (auch Heatmap genannt) zur Hervorhebung von Leistungsspitzen im Zeitvergleich

- Rote Felder markieren Leistungswerte im Bereich von $\geq 90\%$ der maximalen Leistung.
- Eine entsprechende rote Feldfolge macht den Einsatz einer Spitzenlastoptimierung schwieriger, da über einen längeren Zeitraum Lasten abgeschaltet oder reduziert werden müssten.
- Die maßgeschneiderte, technische Planung und Auslegung entsprechender Systeme kann jedoch auch solche Szenarien in den Griff bekommen.

Auszug Berichte

Werkzeuge

Software – Erkenntnisse in drei Klicks

Korrelationsanalyse mittels Verlaufskurve und X-Y-Diagramm

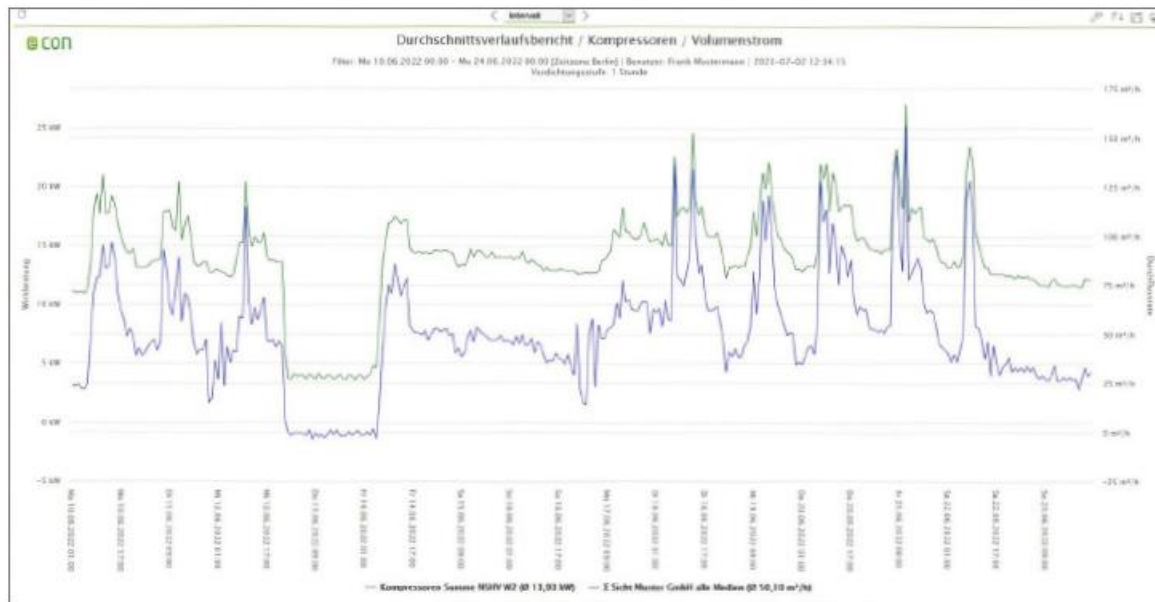


Abbildung 10 – Lastgangvergleich zweier unterschiedlicher Messgeräte (hier: elektrische Leistung vs. Durchflussrate)

- Der zeitliche Vergleich von voneinander abhängigen Messgrößen liefert erste Erkenntnisse zu den Abhängigkeiten.
- Auffälligkeiten stechen sofort ins Auge (siehe Bereich Mitte), die für Detailanalysen oder unmittelbare Maßnahmen dann ausgemacht werden können oder sollten.

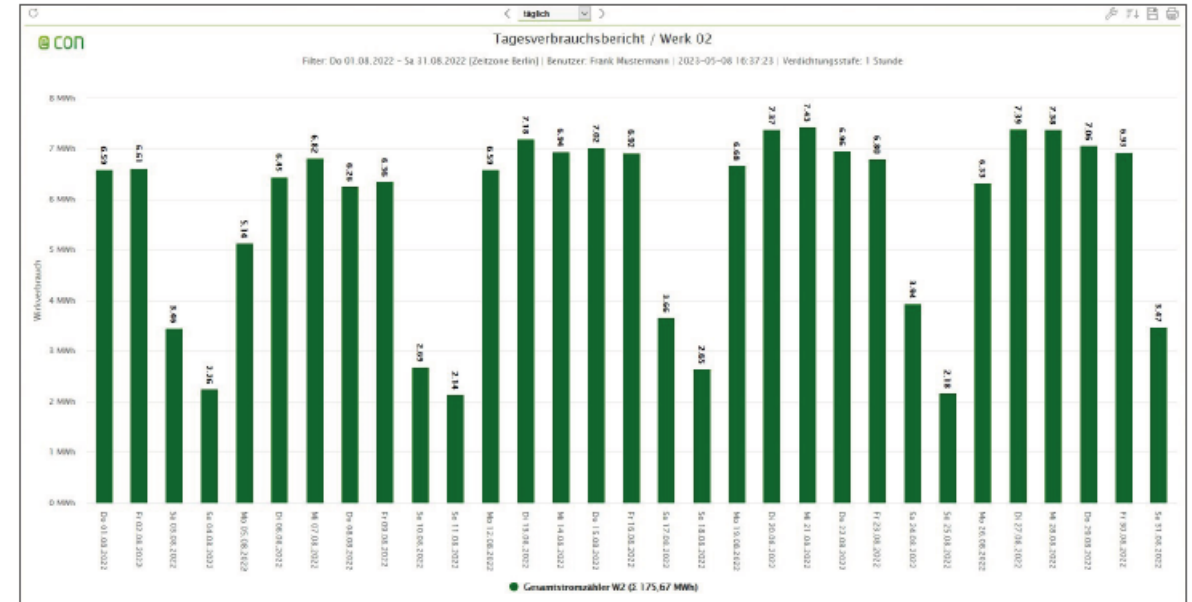


Abbildung 9 – Tagesverbrauch zum Vergleich einzelner Tage und entsprechender Muster

- Typische Wochentag- und Wochenend-Profile lassen sich im vorliegenden Fall erkennen.
- Ein Wochenmuster bildet sich regelmäßig aus.
- Maßnahmen liegen hier in der Analyse unterschiedlicher Verbrauchswerte an Samstagen und Sonntagen.

Auszug Berichte

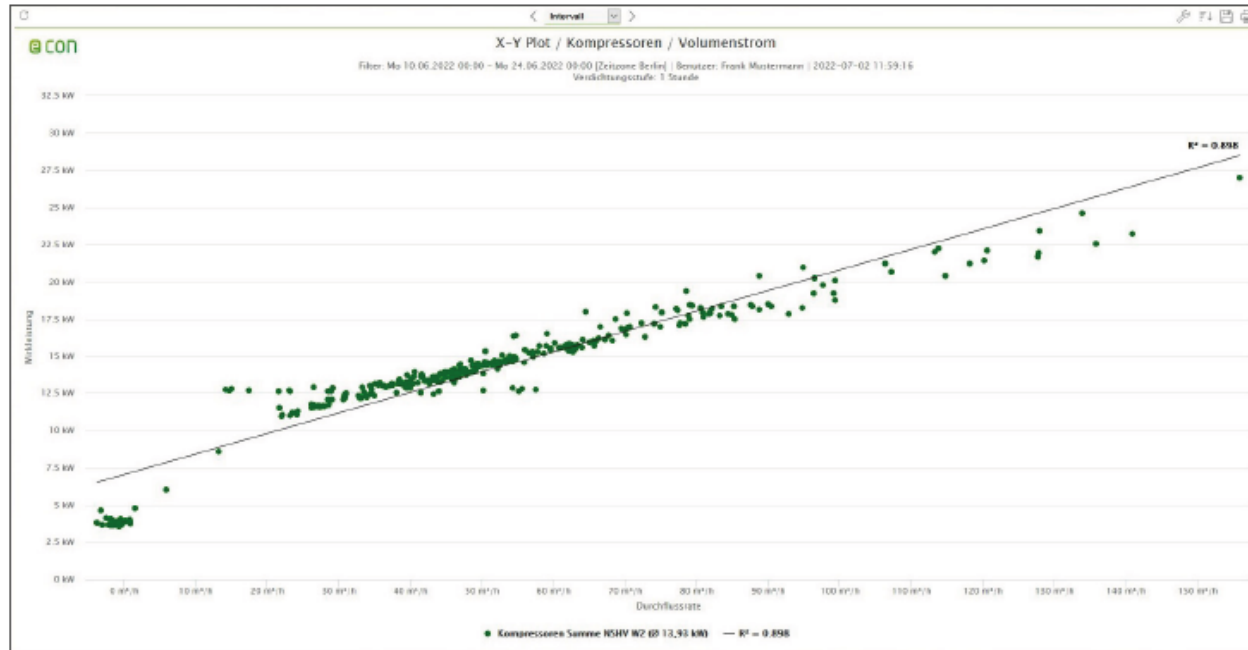


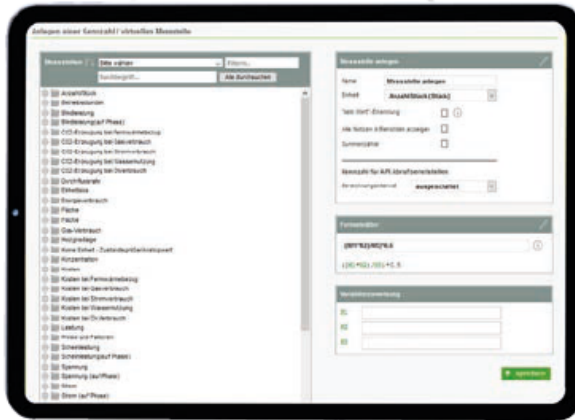
Abbildung 11 – Korrelationsanalyse mit Bestimmtheitsmaß zwischen zwei Datenpunkten (hier: elektrische Leistung vs. Durchflussrate)

- Das Bestimmtheitsmaß R^2 liefert den mathematischen Zusammenhang zwischen zwei Messgrößen.
- So können abhängige und unabhängige Größen identifiziert werden, um die Maßnahmen an der jeweils richtigen Stelle ansetzen zu können.

Management-Tools in econ4

Kennzahlen, Schwellwerte und Abweichungen

- Einfache Erstellung von Energy Performance Indicators (EnPI) bzw. Energieleistungskennzahlen
- Berechnung und Verteilung von Mengen / Werten auf z.B. Kostenstellen
- Ermittlung von Betriebsstunden auf Basis des Lastgangs
- Benachrichtigung / Alarmierung bei Nichteinhaltung von Schwellwerten oder bei Abweichungen zwischen zwei Zeitbereichen



Automatischer Berichtsversand

- Proaktive Verteilung von (Energie-)Informationen an beliebige Empfänger per automatischer E-Mail
- Kommunikation von Energie-, Verbrauchs- und Leistungsdaten im Sinne der ISO 50001
- Beliebige Festlegung des Zeitintervalls (stündlich, täglich, wöchentlich, monatlich usw.) sowie des Versandzeitpunkts (z.B. jeden Montag um 8 Uhr)
- Versand im PDF, XLS und CSV Format möglich
- Kombination von Texten, Grafiken, Tabellen und eigenen Bilddateien (z.B. Logos)

Projekt im Schwarzwald: Einbindung Luftmeister System in econ4



Ethernet TCP/IP



Unit+ V2

Modbus RTU

Anlage 1



Anlage 2

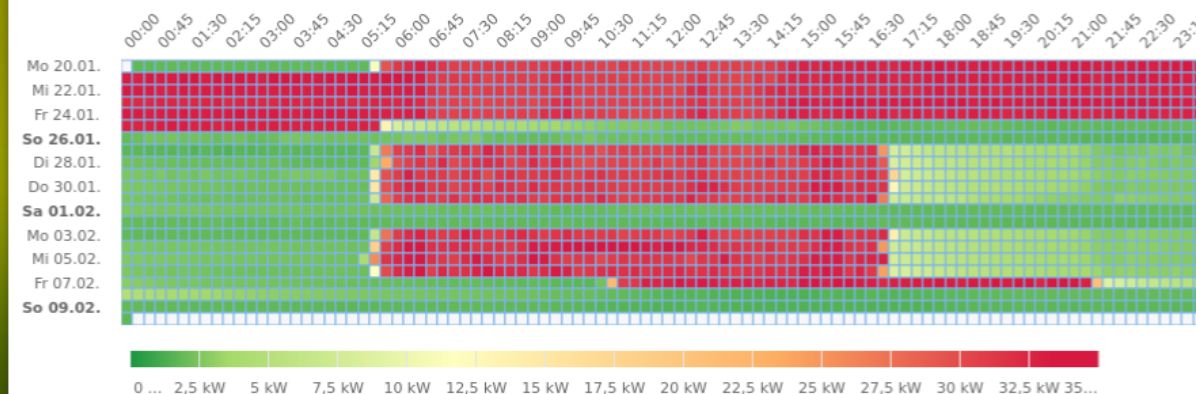


Anlage 3

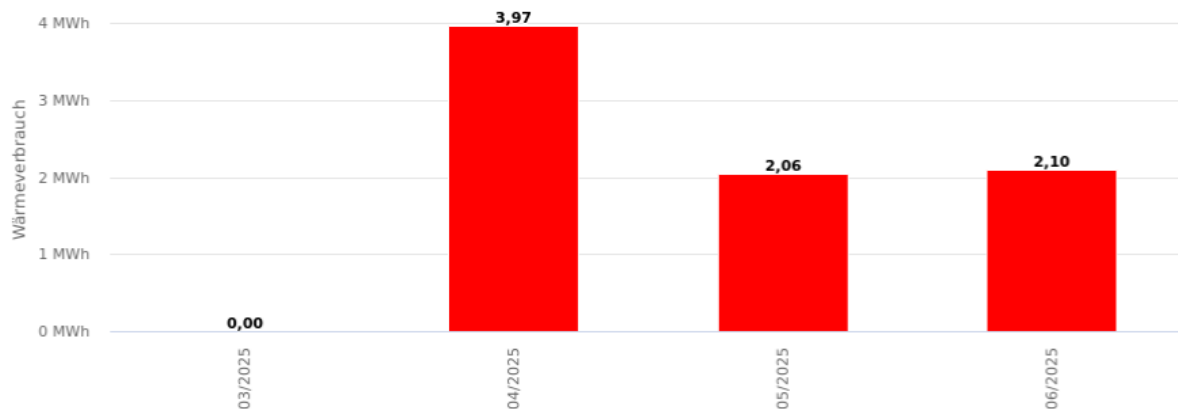


LM_Spekt / Analge 1

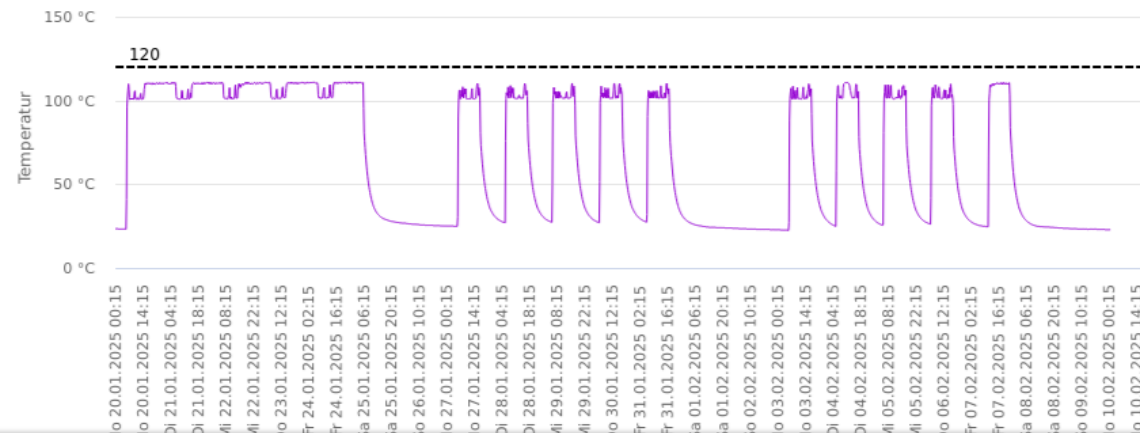
Filter: Mo 20.01.2025 00:00 - Mo 10.02.2025 23:59 [Zeitzone Berlin] | Benutzer: Frank Rübin | 2025-02-11 08:48:41 | Verdichtungsstufe: 15 Minuten



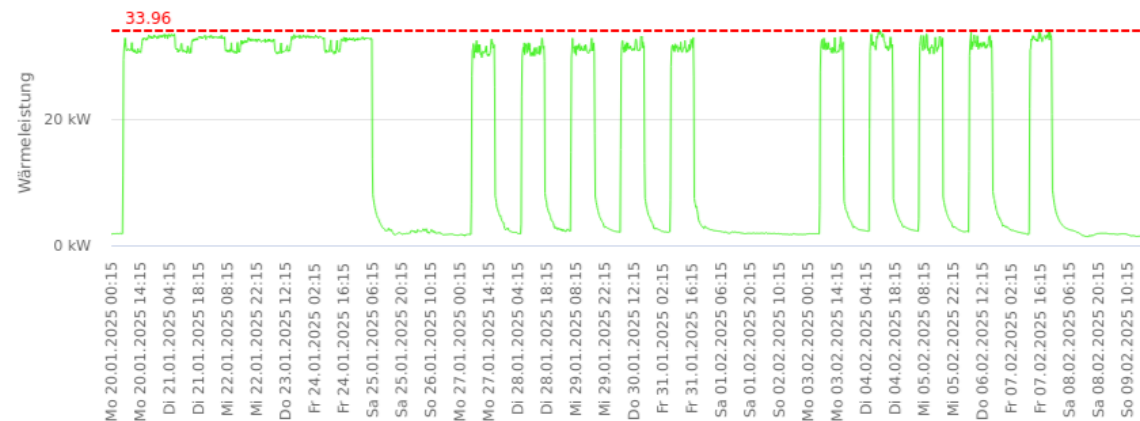
LM_Abwärme_kWh / Analge 1



LM_Temp / Analge 1

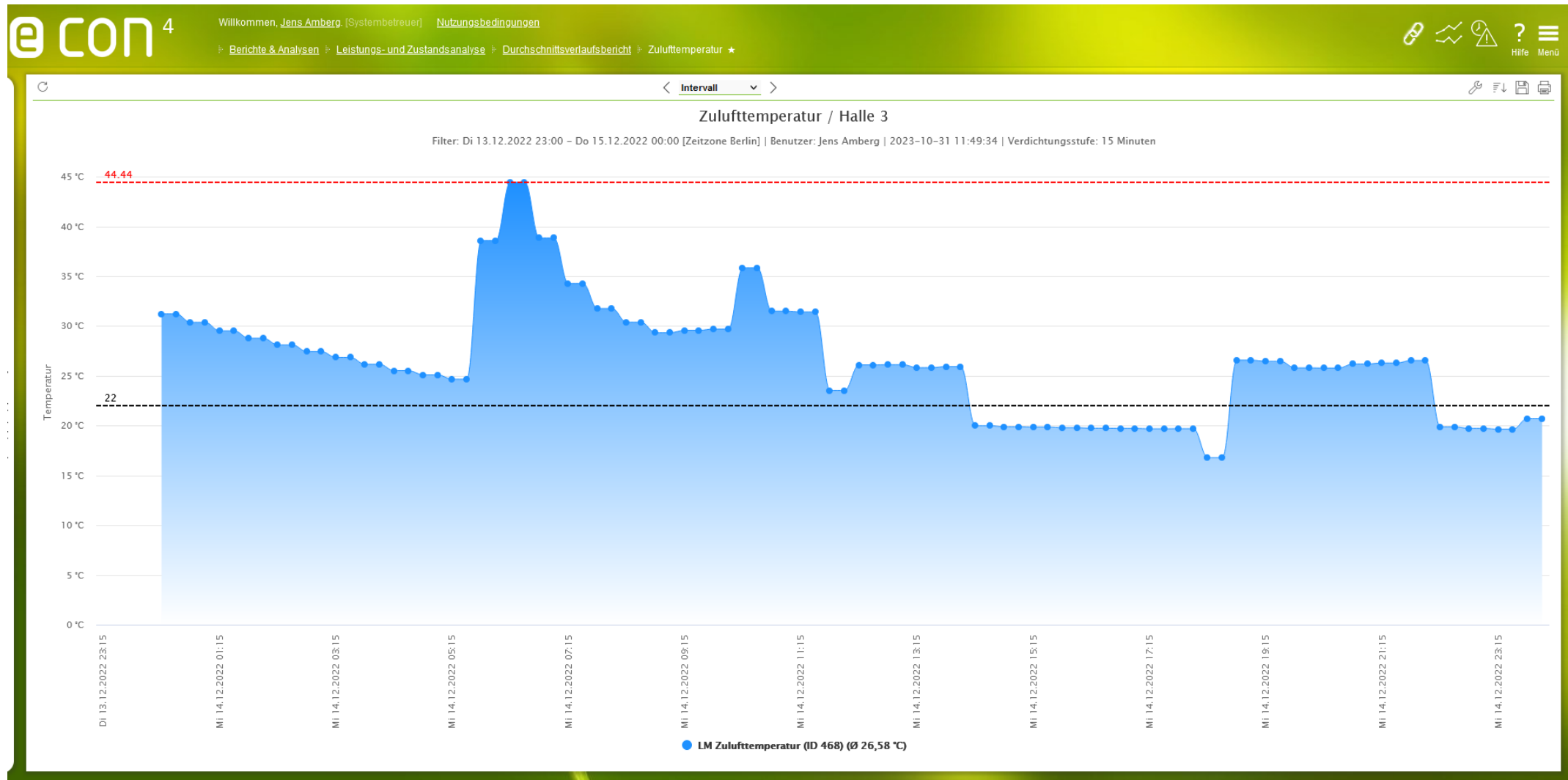


LM_Abwärmeleistung / Analge 1



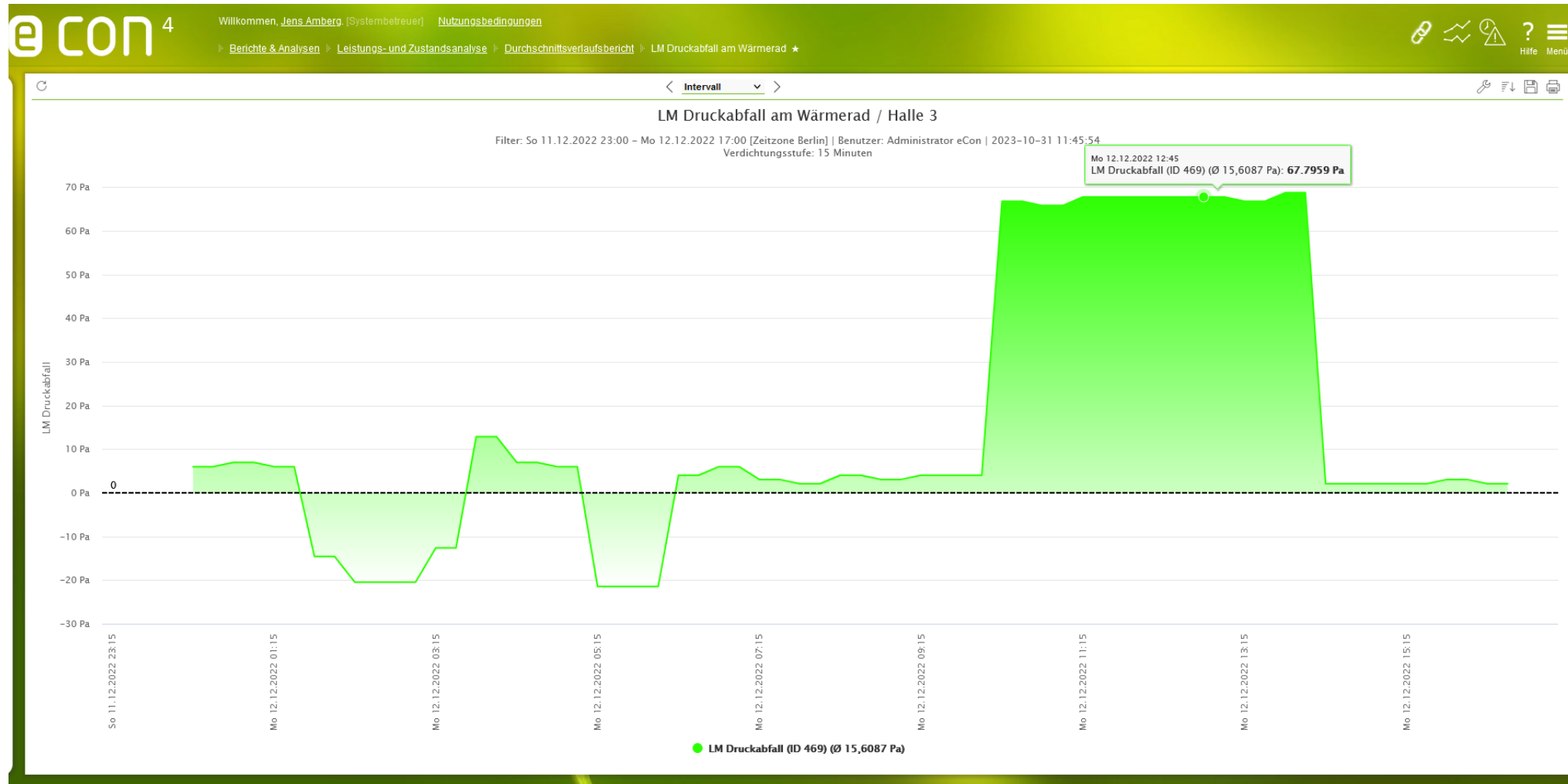
Effizienzanalyse Luftmeister:

- Zeitweise Überhitzung der Zuluft auf über 40°C



Effizienzanalyse Luftmeister:

- Umluft tritt phasenweise durch das Wärmerad und den AuL-Kanal aus



Effizienzanalyse Luftmeister:

- Umluft / AuL werden zeitgesteuert umgeschaltet, nicht nach Effizienzkriterien

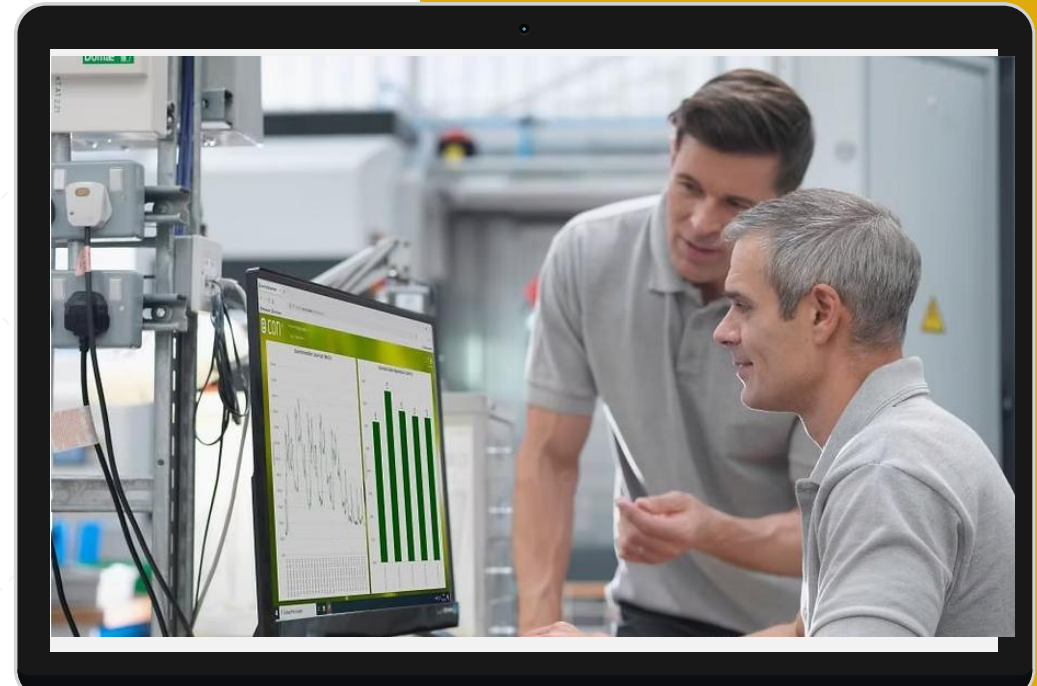


Ist Ihr Interesse geweckt?

Dann stöbern Sie gerne auf unserer Website weiter!

Auf unsere Website warten spannende Inhalte auf Sie, unter anderem finden Sie hier:

- Weitere Infos zu unseren Lösungen
- Spannende Anwenderberichte unserer Projekte
- Und eine Wissensportal mit einem Ratgeber und stets aktuellen Webinaren





Jens Amberg

amberg@luftmeister.de

+49-7661-3849888



Frank Rübin

frank.rubin@econ-solutions.de

+49 151 15184455