Energieeffiziente Druckluft

Nathalie Bizer
Leiterin Drucklufttechnik

MADER

Mader GmbH & Co. KG

1935 Gründung
durch Max Mader

2004
MBO durch heutige
Geschäftsführung

2011
Entwicklung
des Mader-Effekts

2012
Zertifizierung nach
DIN EN ISO 14001

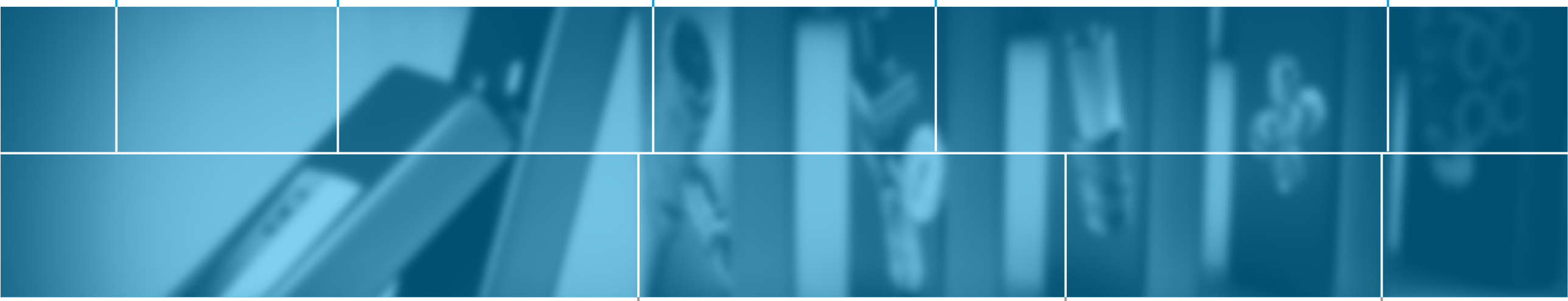
Zerifizierung nach
DIN EN ISO 50001

KLIMASCHUTZ UNTERNEHMEN
DIE KLIMASCHUTZ- UND ENERGIE-EFFIZIENZGRUPPE DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT

2014

Start
Digitalisierung

Umweltpreis für Unternehmen Baden-Württemberg 2014
Preisträger Kategorie Handel und Dienstleistung



2011
Reaktorunglück
Fukushima

2013
Hannover Messe
Erstmals der Begriff In-
dustrie 4.0 erwähnt

2014
Bundesregierung
verabschiedet
Aktionsplan 2020

MADER

Mader GmbH & Co. KG

2015
MADER AirXpert bescheinigt nach DIN EN ISO 11011

Einführung Leckage-App

2016
Leckage-App für Endkunden

DIGITAL CHAMPIONS AWARD
Eine Initiative der Telekom und der WirtschaftsWoche

2017
Start Digitalisierung des gesamten Druck-luftprozesses

2018
Zertifizierung nach DIN EN ISO 11011 als erstes Unternehmen weltweit

2018
Gründung der LOOXR GmbH

LOOXR

2015
Energie-Audit-Pflicht für große Unternehmen

2016
Klimagipfel in Paris

MADER

Mader GmbH & Co. KG 2019

85 Mitarbeiter an den Standorten Leinfelden und Eichenau

Entwicklung eines neuen Geschäftsmodells

MADER AirXpert

Air Xpert

ENERGIEEFFIZIENZ

- **Druckluft-Audit DIN EN ISO 11011**
- **Druckluft-Qualitätsmessung**
- **Leckage-management**
- **Produkte**
  - Mobiler Messkoffer
  - LOOXR Leckage-App

SERVICE

- **Wartung**
- **Reparatur**
- **Remote Service**
- **Produkte**
  - Ersatzteile Wartung & Repa-ratur
  - LOOXR Druckluft 4.0

DRUCKLUFTTECHNIK

- Kompressor
- Aufbereitung
- Druckluft-Wärme-Kraftwerk
- Rohrleitung

- **Projektierung & Optimierung**
- **Finanzierung & Förderung**
- **Monitoringkonzept**
- **Produkte**
  - Stickstoff- & Sauerstofferzeugung
  - Steuerung & Messtechnik
  - Wärmerück-gewinnung
  - Container

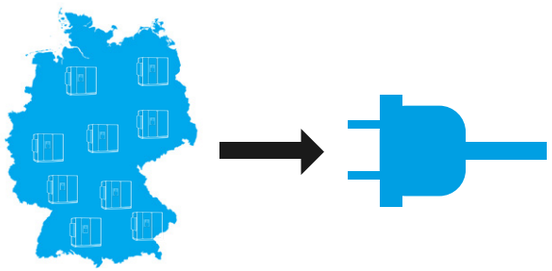
PNEUMATIK

- Druckluftsparmodul
- Sensortechnik
- Smarter Zylinder

- **Baugruppen & Sonderlösungen**
- **Optimierung Produktionsanlagen**
- **Smarte Pneumatik**
- **Produkte**
  - Druckluft-aufbereitung
  - Ventile
  - Pneumatik-Zylinder
  - Verbindungstechnik
  - Handhabungs-technik

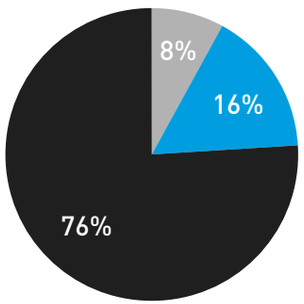
MADER

Druckluft und Energie



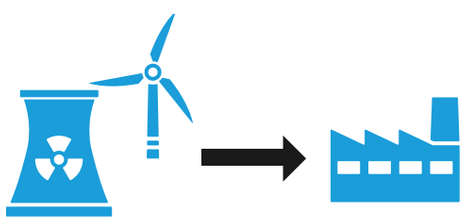
ca. **62.000 installierte Druckluftanlagen** bundesweit verbrauchen jährlich ca. **16 Milliarden kWh Strom**

50 % Energieeinsparung im Bereich Druckluft



Lebenszykluskosten eines Druckluftsystems

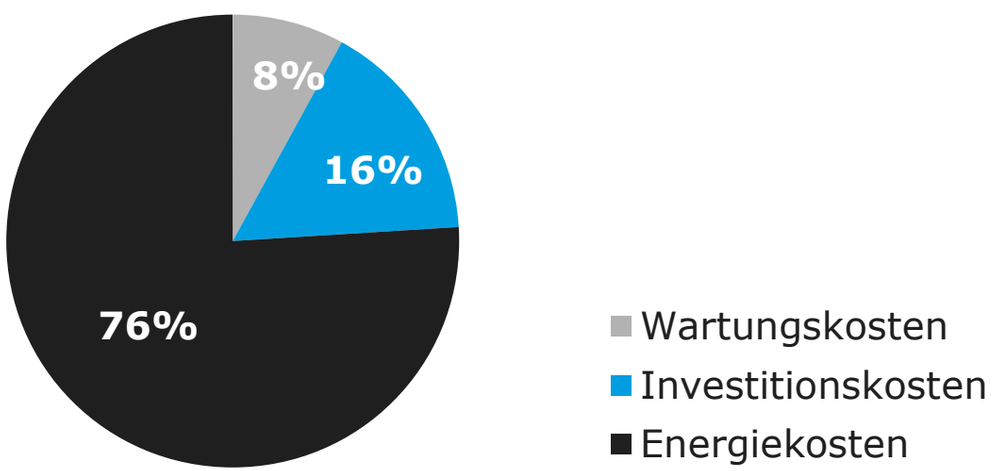
- Wartungskosten
- Investitionskosten
- Energiekosten

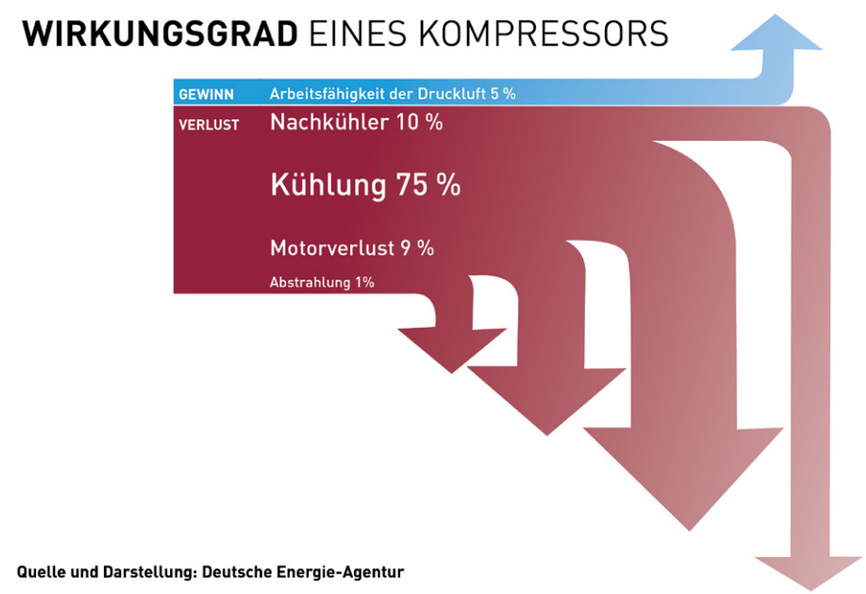


Druckluft ist eine **Energieform**, die **Unternehmen selbst produzieren** und **beeinflussen** können

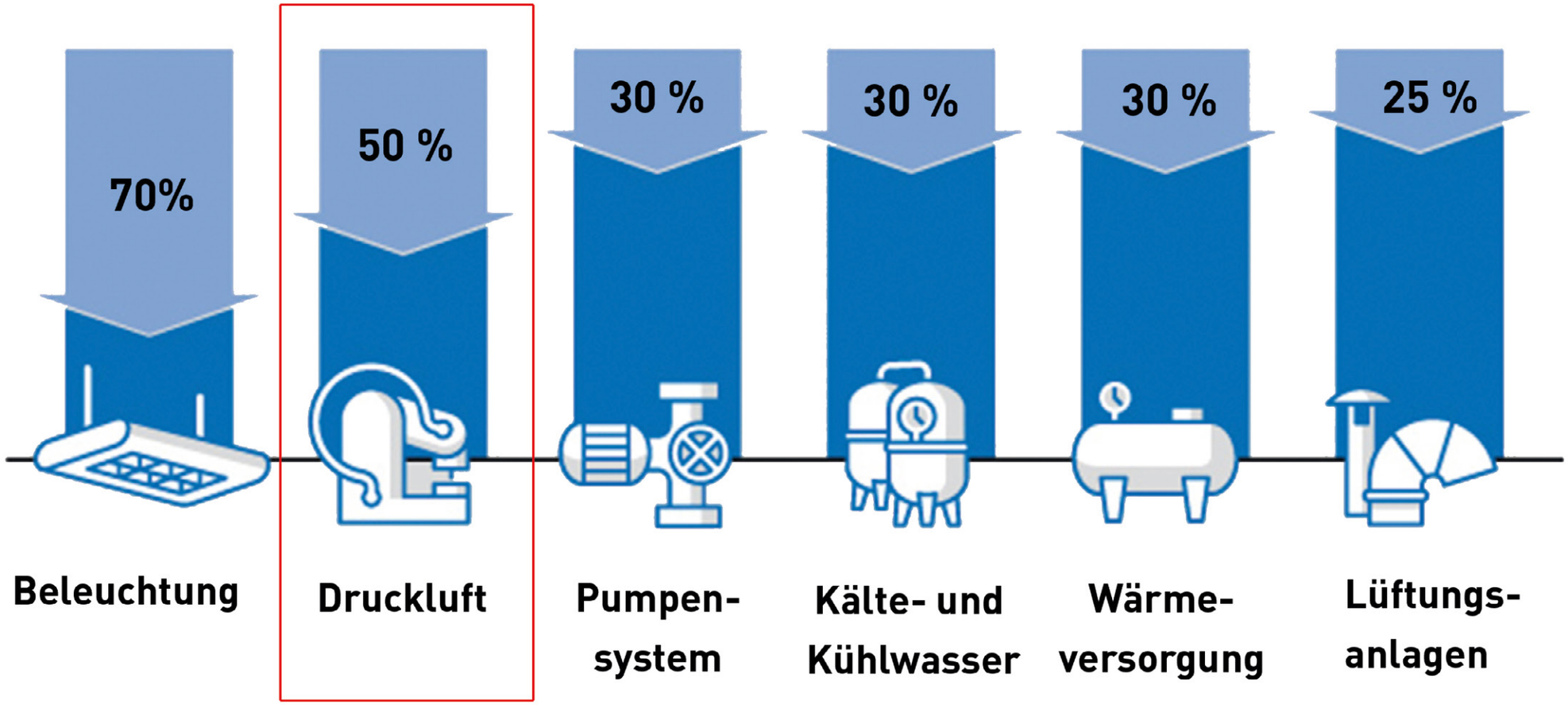
„Energiefresser“ Druckluft

- 1 m³ Druckluft kostet etwa 1,5 bis 3 Cent
- Je nach Betriebsstunden und Stromtarif können die Energiekosten bei 60 bis 85 % der Gesamtkosten für die Druckluftanlage liegen
- Wirkungsgrad einer Gesamtanlage liegt bei etwa 5 % (Quelle: dena)





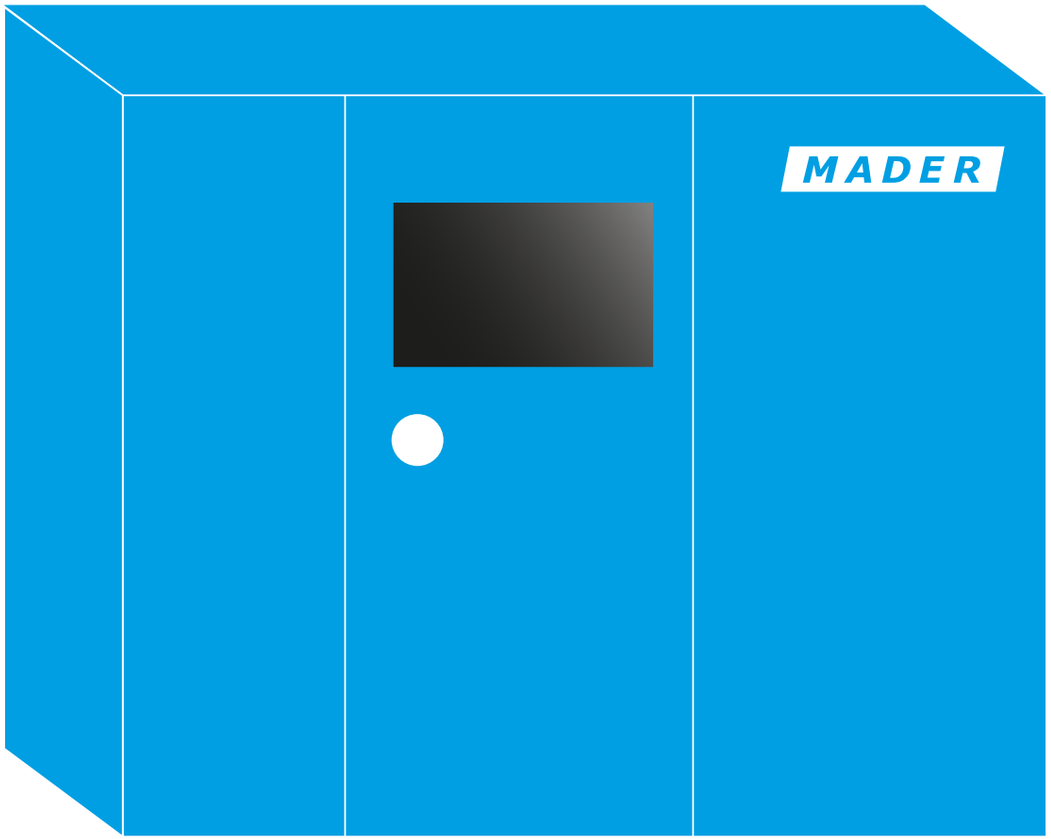
Einsparpotenzial für Industrie & Gewerbe



Quelle: Deutsche Energie-Agentur (dena)

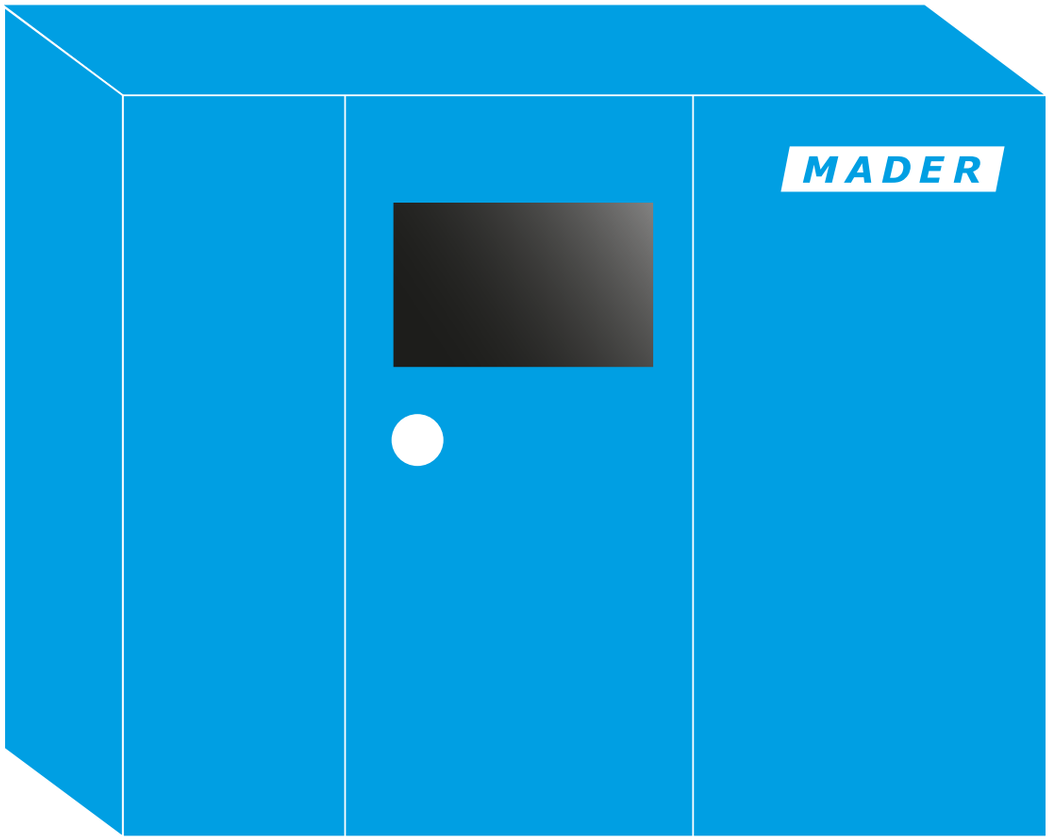
Einsparpotenzial und Maßnahmen

Einsparpotenzial



Leckagebeseitigung	20 - 30 %
Anlagenoptimierung	5 %
Steuerung	20 - 30 %
Aufbereitung	2 - 3 %
Verteilung	5 - 15 %
Instandhaltung	2 - 5 %
Anwendung	20 - 40 %
Wärmerückgewinnung	20 - 50 %
Amortisationszeit zwischen 0,5 und 2,1 Jahren	

Beispiel: Ausgangssituation



Kompressorantriebsleistung	55 kW
Art des Schichtbetriebs	2 Schichten
Auslastung des Druckluftsystems	80 %
Leckageverlust im System	20 %
Druckabfall im System	1 bar
Mögliche Betriebsdruckabsenkung	2 bar
Energiekosten pro Jahr:	**50.600 €**

Druckluft-Audit nach DIN EN ISO 11011 – Ermittlung des Einsparpotenzials

Druckluft-Audit nach DIN EN ISO 11011

- **Norm zur Bewertung der Drucklufteffizienz** in Betrieben

- **Ziele und Vorteile**
  - Aufdecken von Einspar-Potenzialen
  - Nachweis der tatsächlichen Effizienz
  - wichtige Kennzahlen für Energiemanagementsysteme z.B. DIN EN ISO 50001, DIN EN 16247-1 und EMAS
  - normgerechte Durchführung der Druckluft-Effizienz-Bewertung

- **Gemessen wird**
  - Energieverbrauch
  - Druckluftverbrauch
  - Leckagerate
  - Druckluftqualiät

- Mader ist erstes und bisher **einziges zertifiziertes Unternehmen**.

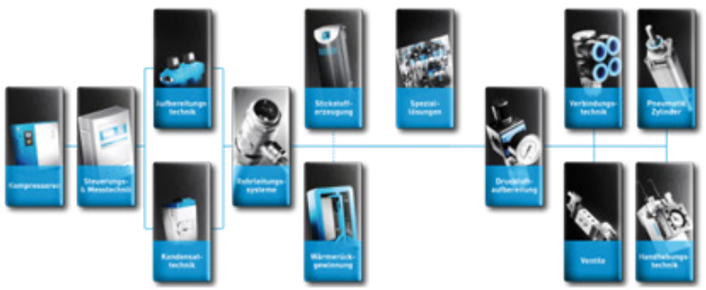
Einsparpotenziale in den Bereichen:

Druckluft

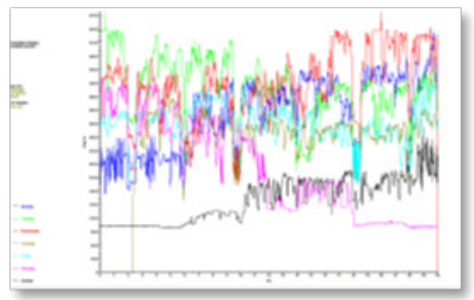
Beispiele

- Leckagen 20 - 30 %
- Optimierung Netzdruck 15 %
- Steuerung 20 - 30 %
- Wärmerückgewinnung 20 - 50 %
- Aufbereitung 2 - 3 %
- Verbraucher und Anwendungen 20 - 40%
- Wartung und Instandhaltung 2-5 %

Vorgehen Druckluft-Audit



1. Vor-Ort-Termin mit
Begehung des Druckluftnetzes

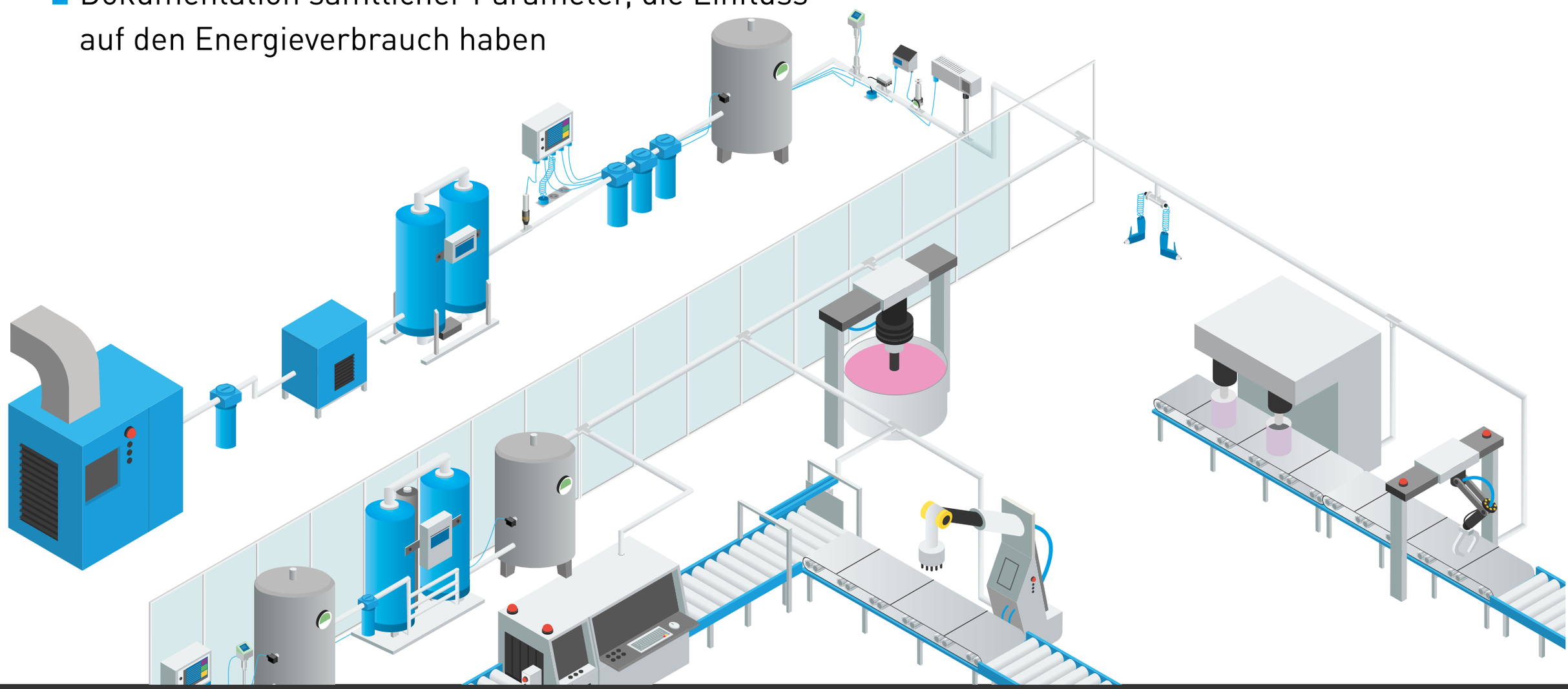


2. Energieeffizienz-Analyse

3. Druckluft-Audit Bericht

1. Vorort-Termin

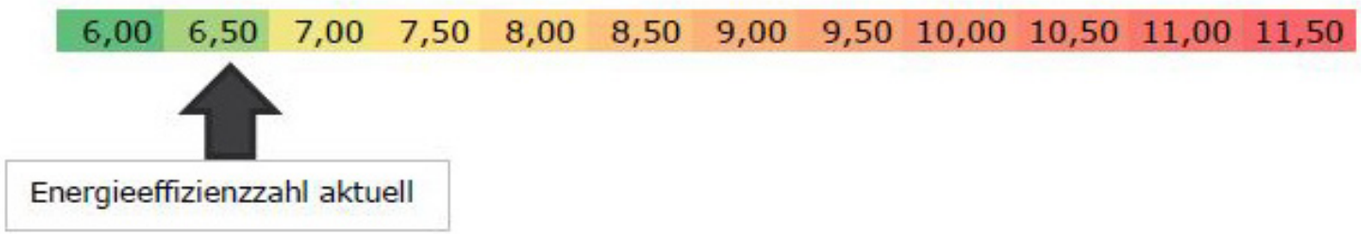
- Begehung des gesamten Druckluftnetzes
- Dokumentation sämtlicher Parameter, die Einfluss auf den Energieverbrauch haben



2. Energieeffizienz-Analyse

- Betrachtung der gesamten Druckluftkette
- mind. 7 tägige Messung unter typischen Betriebsbedingungen
- vollständige Dokumentation des Ist-Zustandes (von hinten nach vorne)

3. Druckluft-Audit Bericht



Ermittelte Potenziale:

- Leckagen beseitigen
- Dimensionierung Leitungen und Behälter
- Optimierung des Netzdrucks
- effiziente Kompressoren
- Verbesserung der Steuerung / Senkung des Leerlaufanteils
- Wärmerückgewinnung nutzen
- Optimierung der Aufbereitung (Kältetrockner, Filter)
- Optimierung Druckluftverbraucher (Schlauchleitungen, Blaspistolen, Abblasvorrichtungen)
- Condition Monitoring

3. Druckluft-Audit Bericht

MADER

Druckluft-Auditbericht
nach DIN EN ISO 11011:2015

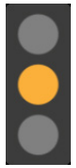
Durchgeführt von
Mader GmbH & Co. KG
Daimlerstraße 6
70771 Leinfelden-Echterdingen
Ansprechpartner: Matthias Dudel
Telefon: 0711-7972-244
Mail: matthias.dudel@mader.eu

Durchgeführt bei
Automobilzulieferer Beispiel GmbH

Analyse-Ergebnisse 2018

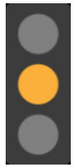
Welche spezifische Leistung hat Ihre Druckluftanlage [kW/(m³/min)]?

Soll:	6,2
Ihr Wert aktuell:	6,58



Was kostet Sie ein m³ Druckluft [€/m³]?

Soll:	0,010
Ihr Wert aktuell:	0,015



Wie hoch ist Ihre Druckdifferenz zwischen Erzeugung und Aufbereitung [bar]?

Soll:	0,2
Ihr Wert aktuell:	0,2

Wie hoch ist Ihre Netzdruckdifferenz [bar]?

Soll:	0,2-0,3
Ihr Wert aktuell:	0,3

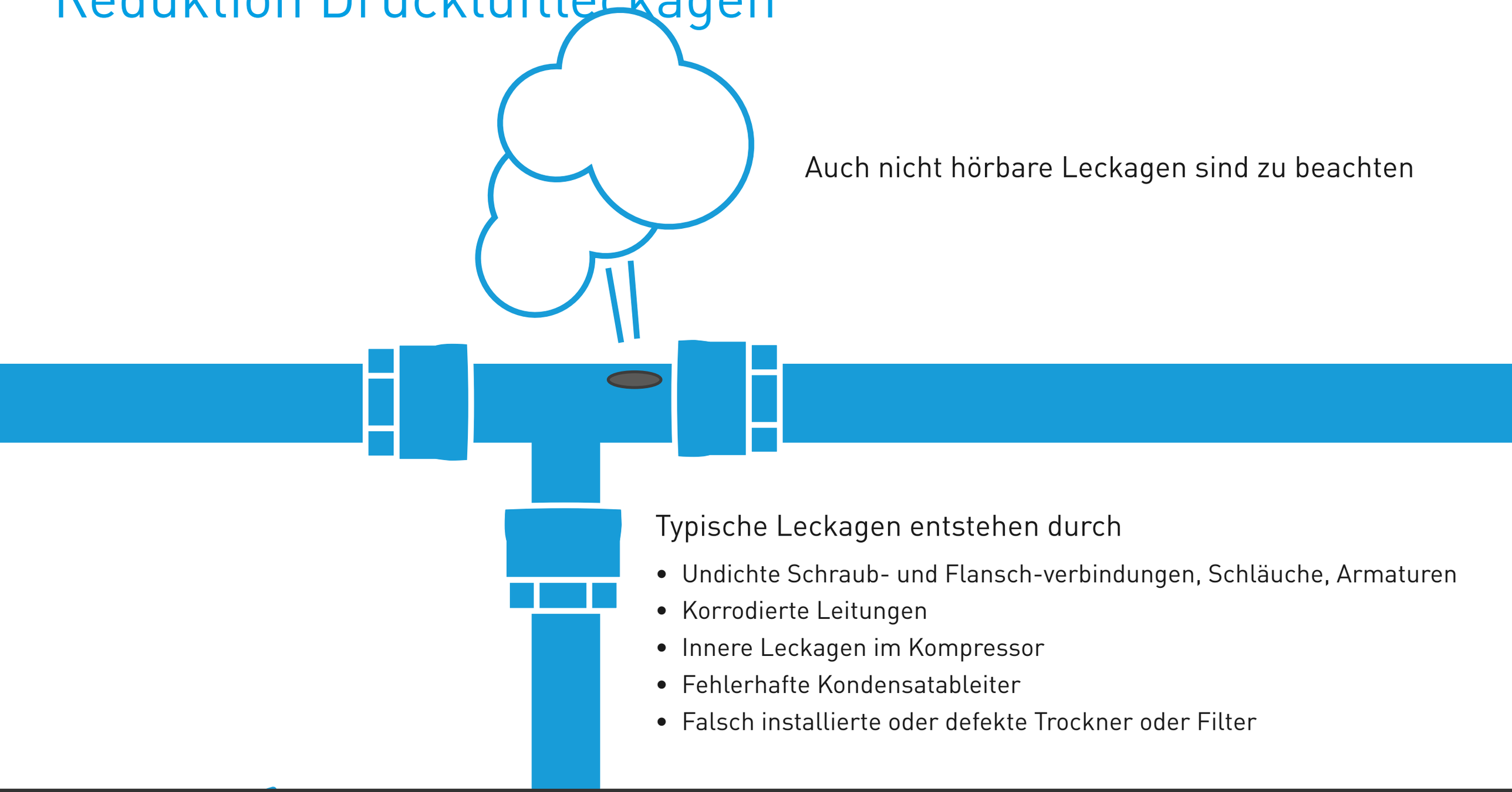
Wie hoch ist Ihre Leckagerate [%]?

Soll:	<10
Ihr Wert aktuell:	ca. 25-30

Bis zu 30 % weniger Druckluftkosten durch smartes Leckagemanagement

MADER

Reduktion Druckluftleckagen

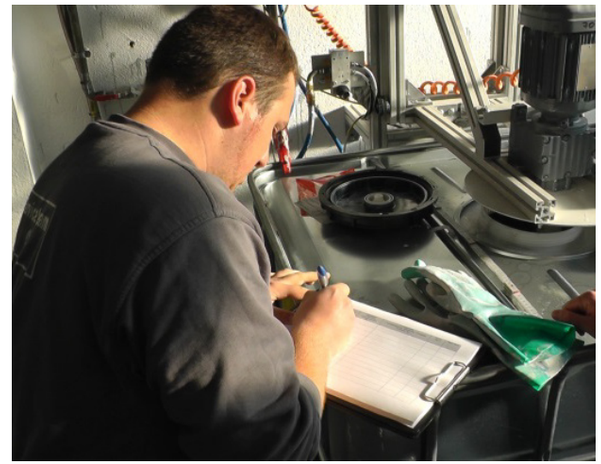


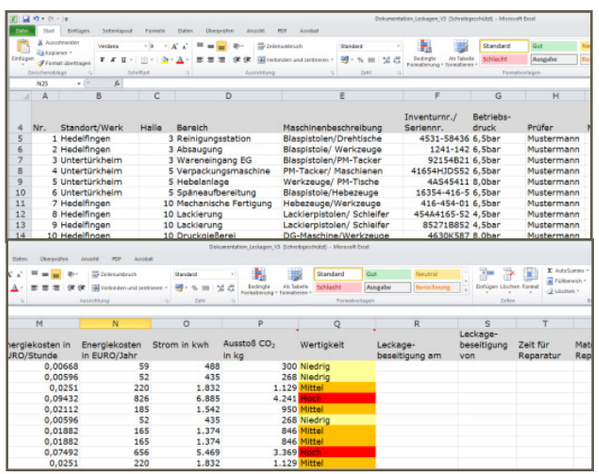
Auch nicht hörbare Leckagen sind zu beachten

Typische Leckagen entstehen durch

- Undichte Schraub- und Flansch-verbindungen, Schläuche, Armaturen
- Korrodierte Leitungen
- Innere Leckagen im Kompressor
- Fehlerhafte Kondensatableiter
- Falsch installierte oder defekte Trockner oder Filter

Leckagemanagement analog

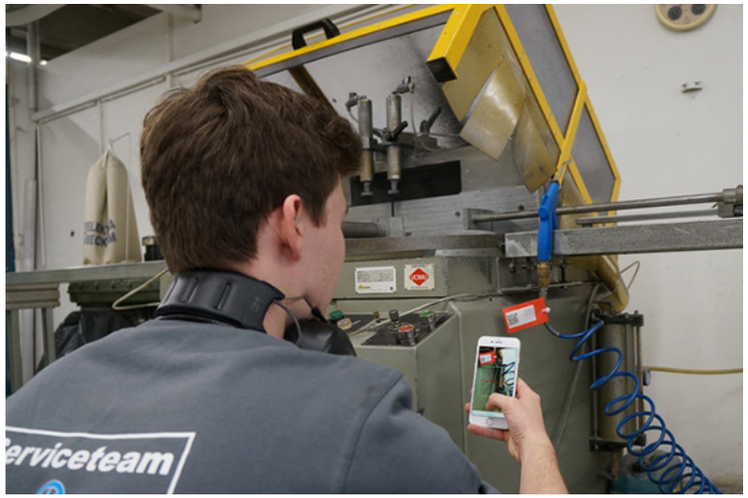


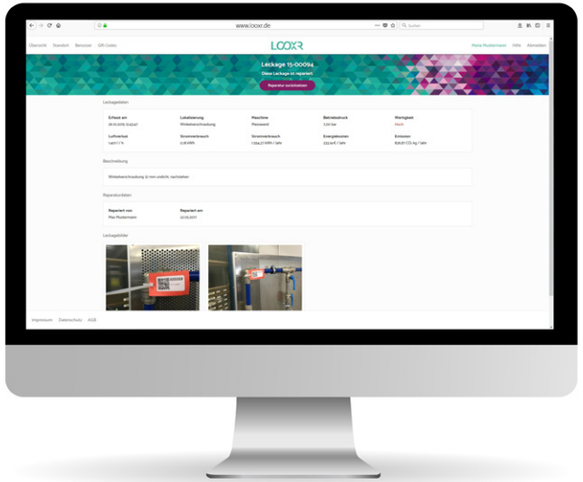


Nr.	Standort/Werk	Halle	Bereich	Maschinenbeschreibung	Inventurnr./ Seriennr.	Betriebs-druck	Prüfer
1	Hedelfingen	3	Reinigungsstation	Blaspistolen/Drehtische	4531-58436	6,5bar	Mustermann
2	Hedelfingen	3	Absaugung	Blaspistole/ Werkzeuge	1241-142	6,5bar	Mustermann
3	Untertürkheim	3	Wareneingang EG	Blaspistolen/PM-Tacker	92154B21	6,5bar	Mustermann
4	Untertürkheim	5	Verpackungsmaschine	PM-Tacker/ Maschienen	41654HJDS52	6,5bar	Mustermann
5	Untertürkheim	5	Hebelanlage	Werkzeuge/ PM-Tische	4AS45411	8,0bar	Mustermann
6	Untertürkheim	5	Späneaufbereitung	Blaspistole/Hebezeuge	16354-416-5	6,5bar	Mustermann
7	Hedelfingen	10	Mechanische Fertigung	Hebezeuge/Werkzeuge	416-454-01	6,5bar	Mustermann
8	Hedelfingen	10	Lackierung	Lackierpistolen/ Schleifer	454A4165-52	4,5bar	Mustermann
9	Hedelfingen	10	Lackierung	Lackierpistolen/ Schleifer	85271B852	4,5bar	Mustermann
10	Hedelfingen	10	Druckgießerei	DG-Maschine/Werkzeuge	4630K587	8,0bar	Mustermann

Energiekosten in EURO/Stunde	Energiekosten in EURO/Jahr	Strom in kwh	Ausstoß CO_2 in kg	Wertigkeit	Leckage-beseitigung am	Leckage-beseitigung von	Zeit für Reparatur
0,00668	59	488	300	Niedrig			
0,00596	52	435	268	Niedrig			
0,0251	220	1.832	1.129	Mittel			
0,09432	826	6.885	4.241	Hoch			
0,02112	185	1.542	950	Mittel			
0,00596	52	435	268	Niedrig			
0,01882	165	1.374	846	Mittel			
0,01882	165	1.374	846	Mittel			
0,07492	656	5.469	3.369	Hoch			
0,0251	220	1.832	1.129	Mittel			

Leckagemanagement digital

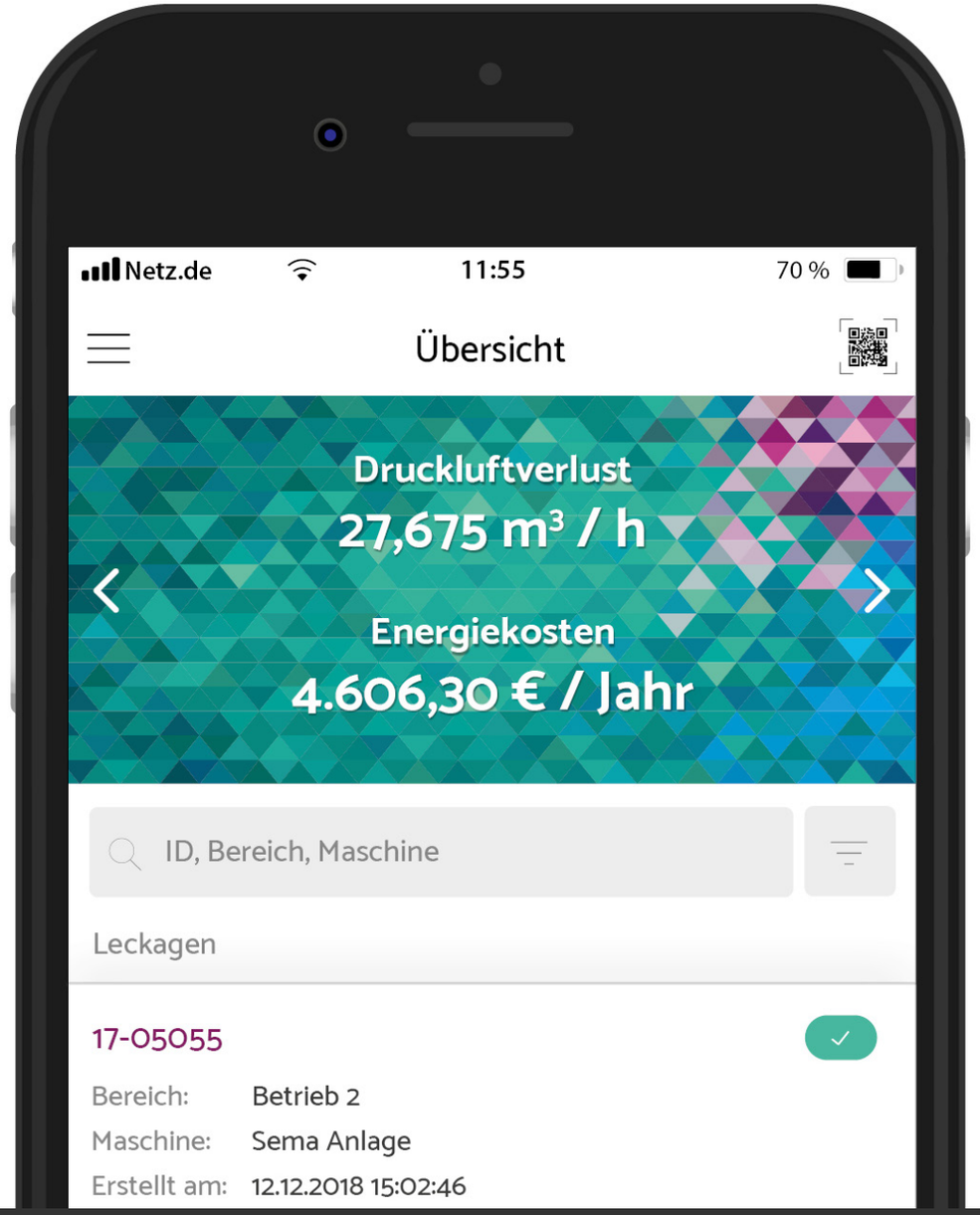




MADER

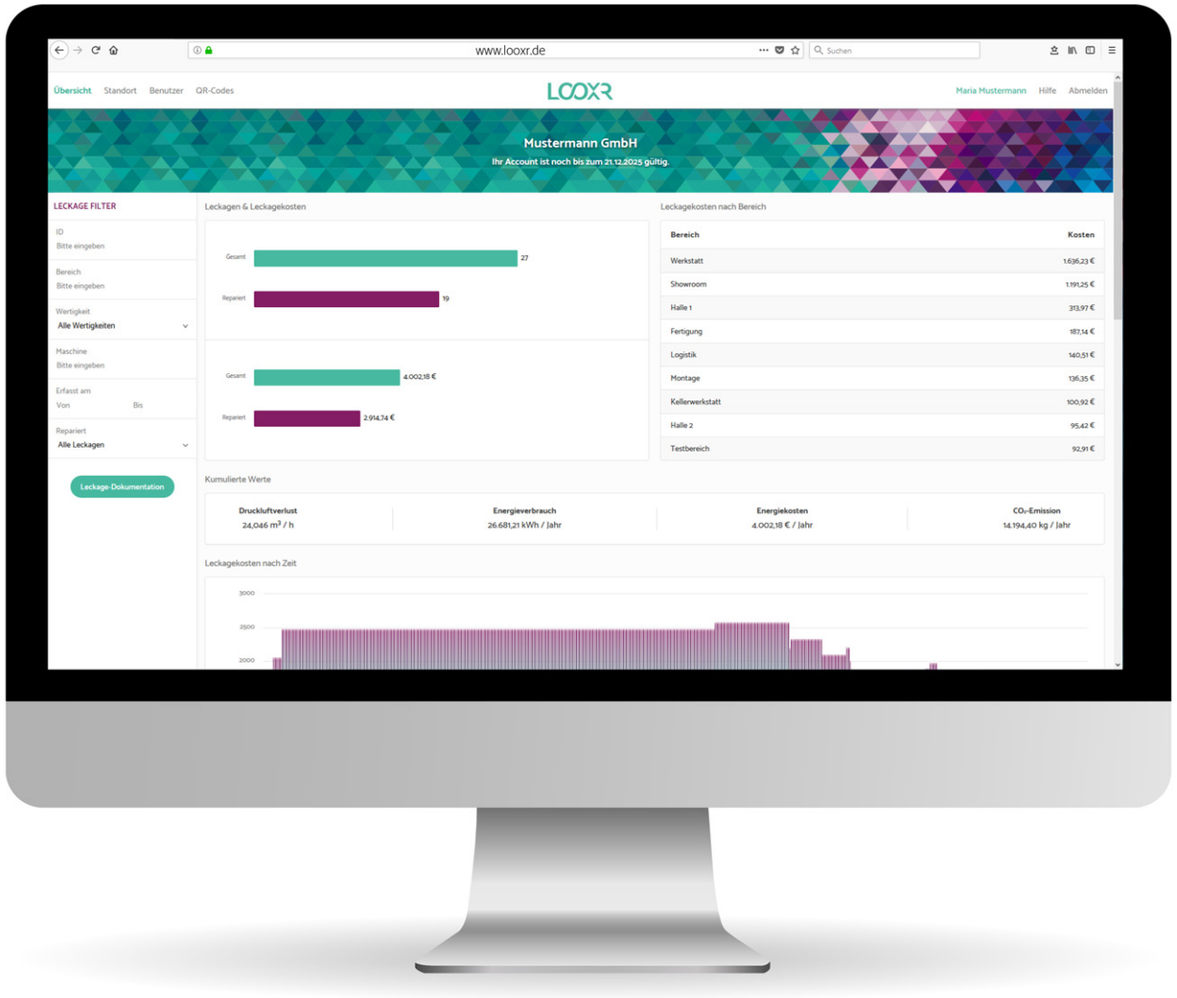
LOOXR Leckage-App

- Schnelle Erfassung der Leckagen
- Transparenz bereits bei der Leckageortung
- Schnelle Dokumentation der Leckagebeseitigung
- Live-Übertragung ins Leckage-Portal



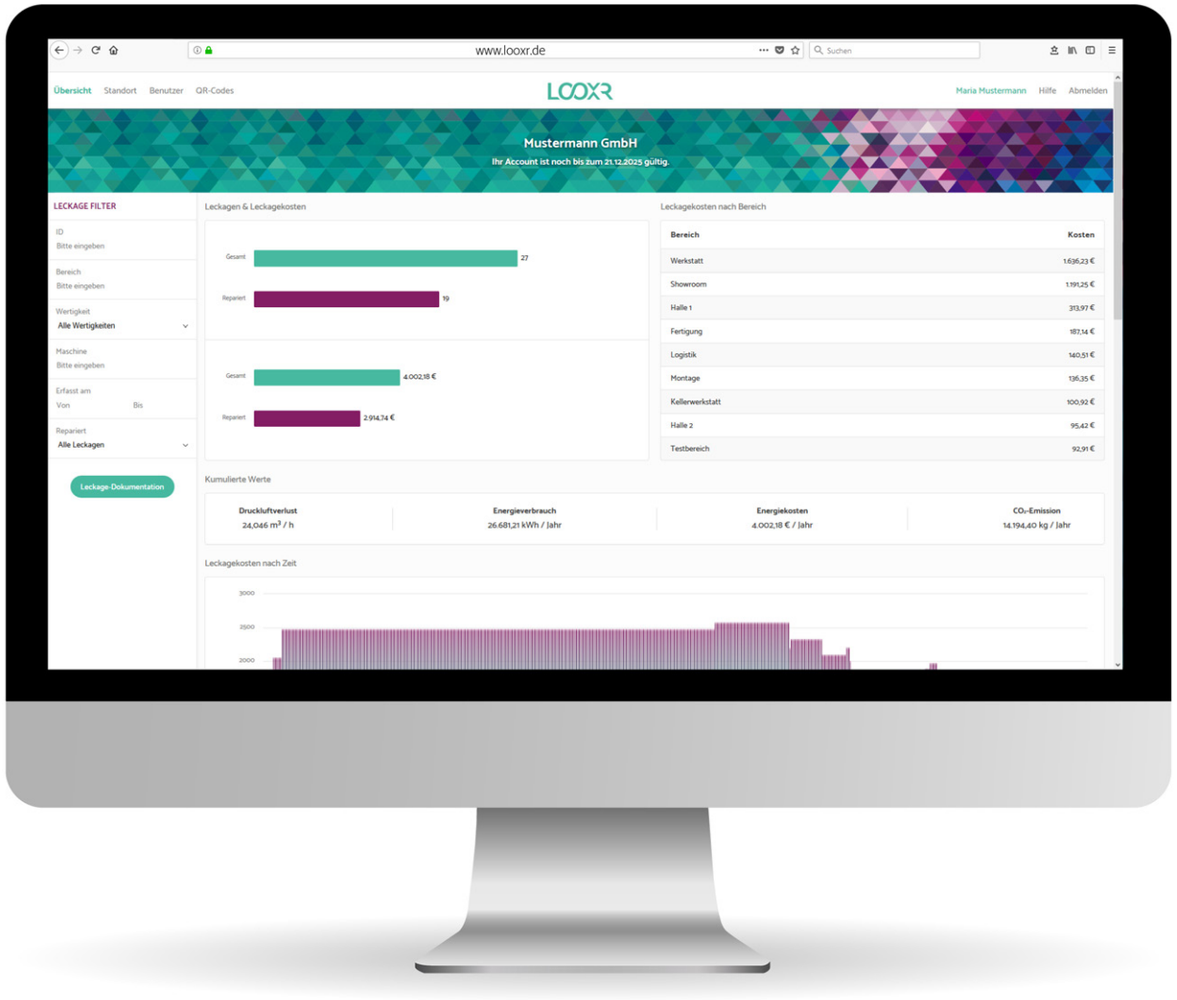
MADER

LOOXR Leckage-Portal



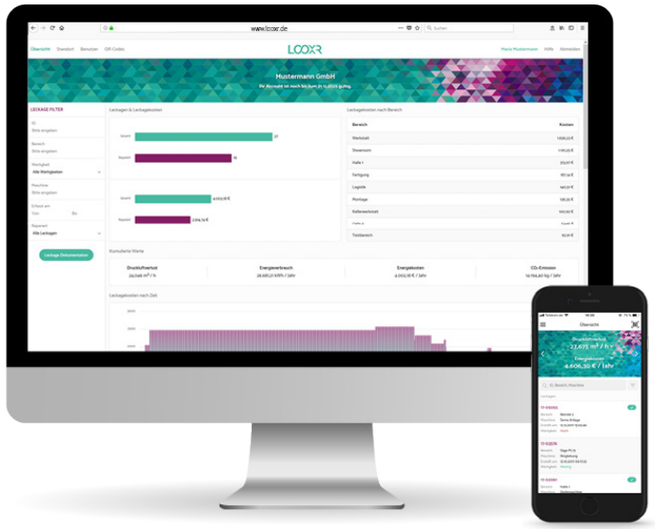
- Auswertung der Leckagen
- Export von individuellen Dokumentationen
- Vorbeugende Instandhaltung durch Analyse leckageanfälliger Komponenten

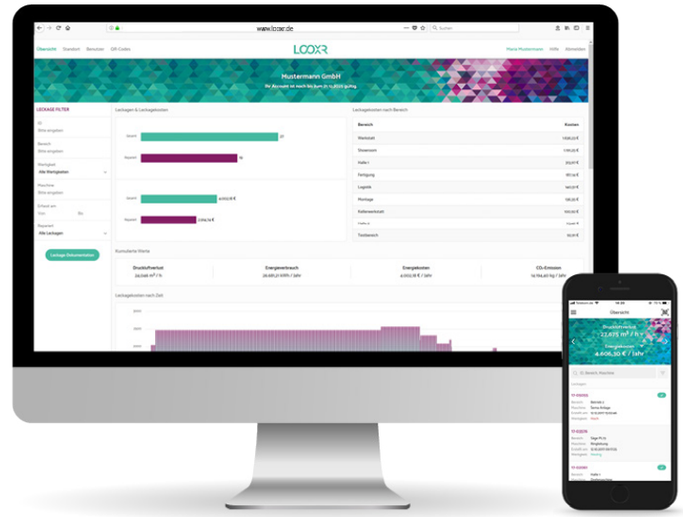
LOOXR Leckage-Portal

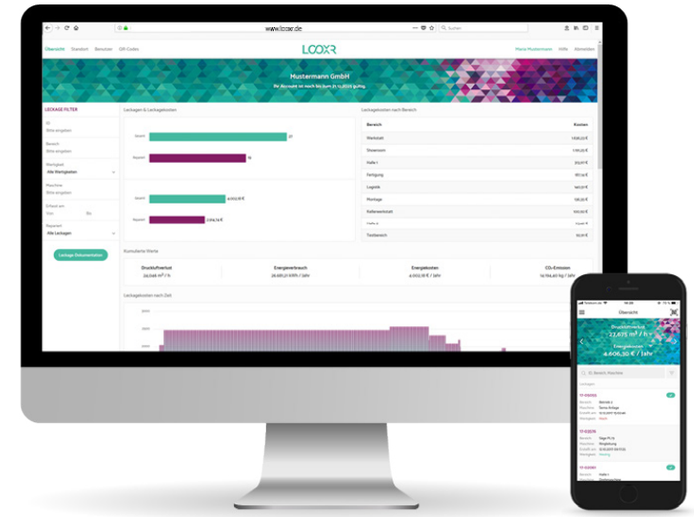


- Absolute Transparenz über Fortschritt der Leckageortung, Kosten und Energieverbrauch
- Keine Wartezeit für Auswertungen
- Schnelle Reparatur durch Planungsfunktion und genaue Zuordnung der Komponenten
- Reports für Energie- und Umwelt-Audits generieren

Leckagemanagement







Instandhalter

Controller

Energiebeauftragte

Smarte Druckluft

MADER

Smarte Druckluft

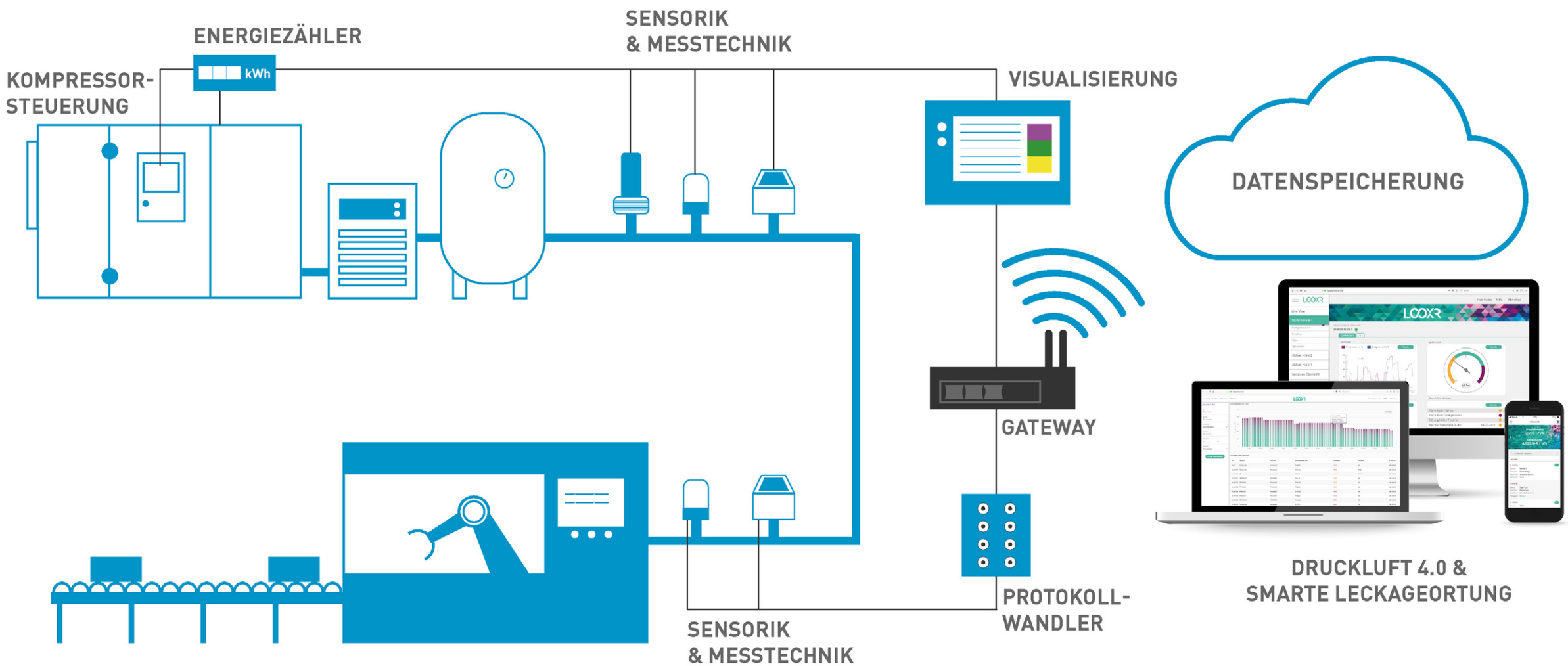
Monitoring
& Analyse

Predictive
Maintenance

Effizienz
steigern

Kosten
reduzieren

Wie funktioniert Druckluft 4.0?



LOOXR Druckluft 4.0 gibt Auskunft über...

- Kompressor
- Druckluftaufbereitung
- Druckluft-Verbraucher
- Weitere Anwendungsmöglichkeiten:
  Überwachung von Stickstoffanlagen,
  Anbindung an Energiemanagementsysteme

Was kann alles gemessen werden?

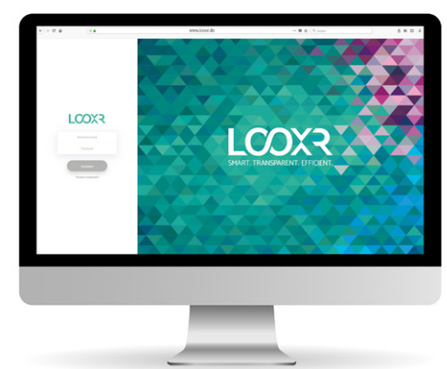
- Betriebsdruck
- Differenzdruck
- Drucktaupunkt
- Betriebsstunden
- Volumenstrom
- Temperatur
- DL-Verbrauch
- Druckluftqualität
- Schwingungen
- Energieverbrauch
- Energiekosten
- Wirkungsgrad

LOOXR Druckluft 4.0 - Condition Monitoring

Condition Monitoring

Predictive Maintenance

Analytics



Pay per Use

MADER

LOOXR Druckluft 4.0 - Condition Monitoring

Condition Monitoring

Predictive Maintenance

Analytics

Pay per Use

LOOXR Druckluft 4.0 - Condition Monitoring

MADER

Druckluftqualität

Partikel

Restöl

Taupunkt

LOOXR Druckluft 4.0 - Condition Monitoring

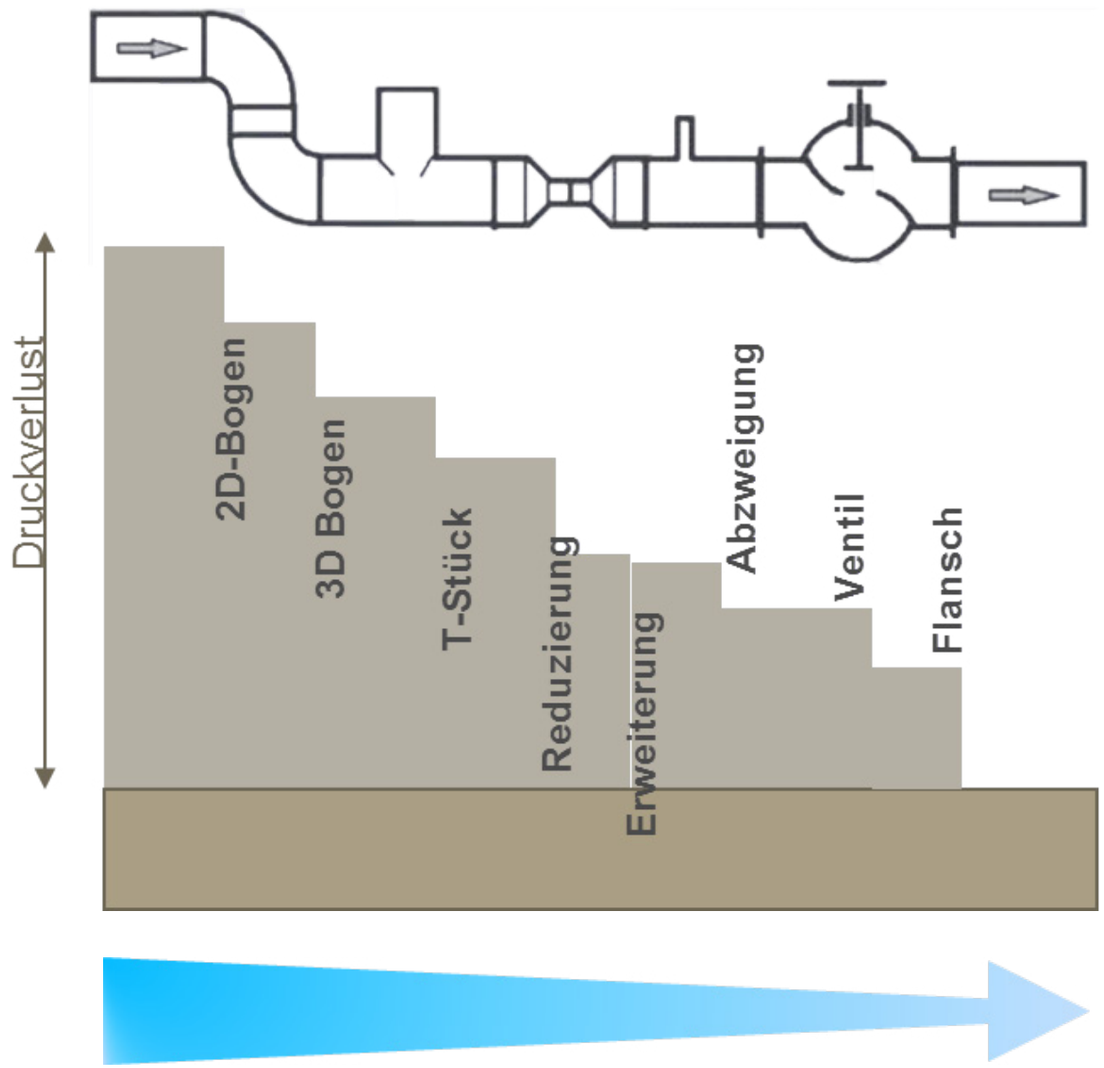
Condition Monitoring

Predictive Maintenance

Analytics

Pay per Use

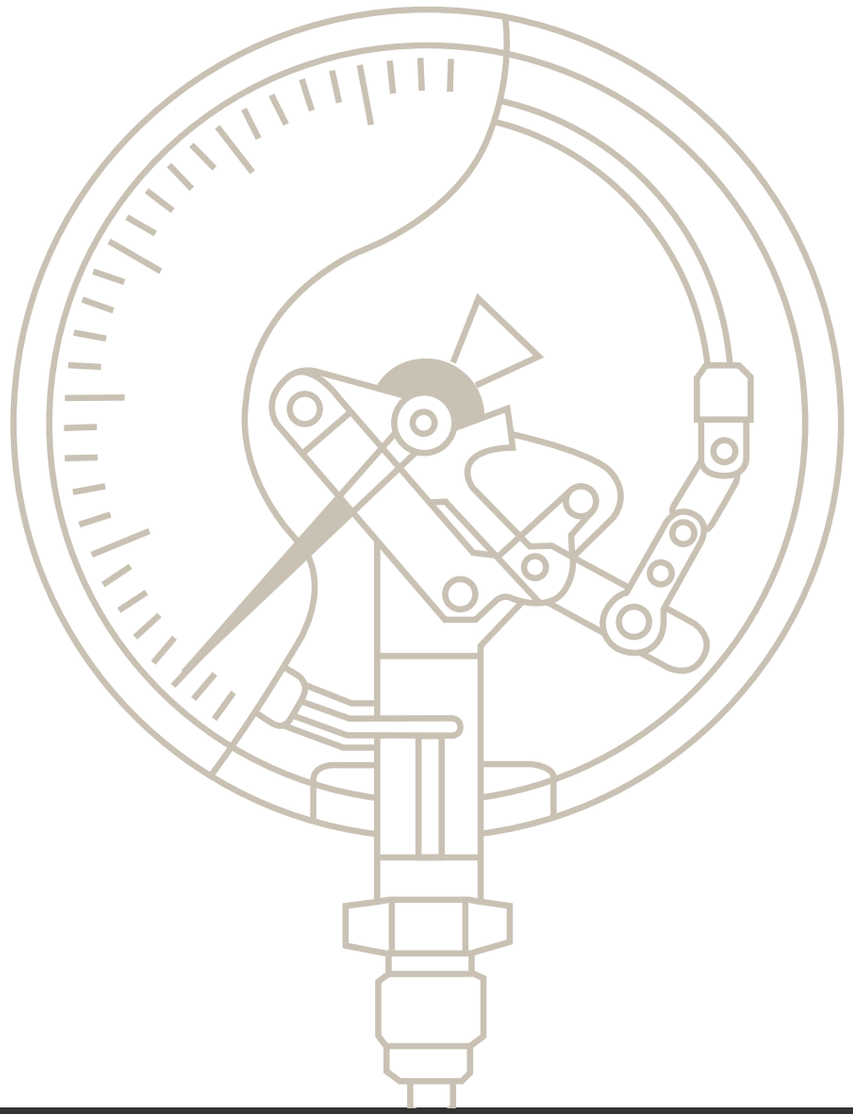
Druckluftabfall



Hoher Druckabfall in der Leitung: Die gewünschte Druckluftmenge mit dem erforderlichen Druck kommt nicht oder nur durch Mehrleistung des Kompressors am Verbraucher an.

1 bar mehr kosten ca. 6-8 % mehr an Energieaufwand!

Betriebsdruckabsenkung



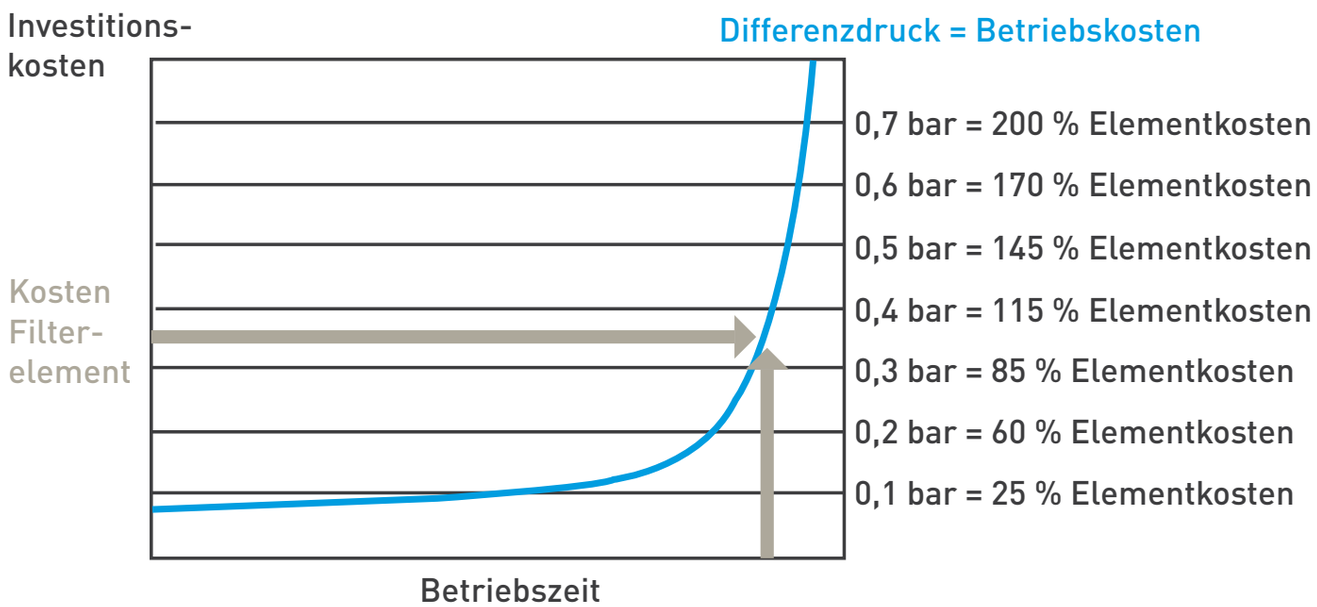
Welcher Druck wird wirklich benötigt?

Gibt es Schwankungen in der Druckluftmenge?

1 bar mehr kostet ca. 6-8 % mehr an Energieaufwand!

Reduktion Druckabfall

Je mehr die empfohlene Betriebszeit eines Filterelements überschritten wird, umso höher sind die Gesamt-Betriebs-/ Energiekosten der Druckluftanlage



LOOXR Druckluft 4.0 - Condition Monitoring

Condition Monitoring

Predictive Maintenance

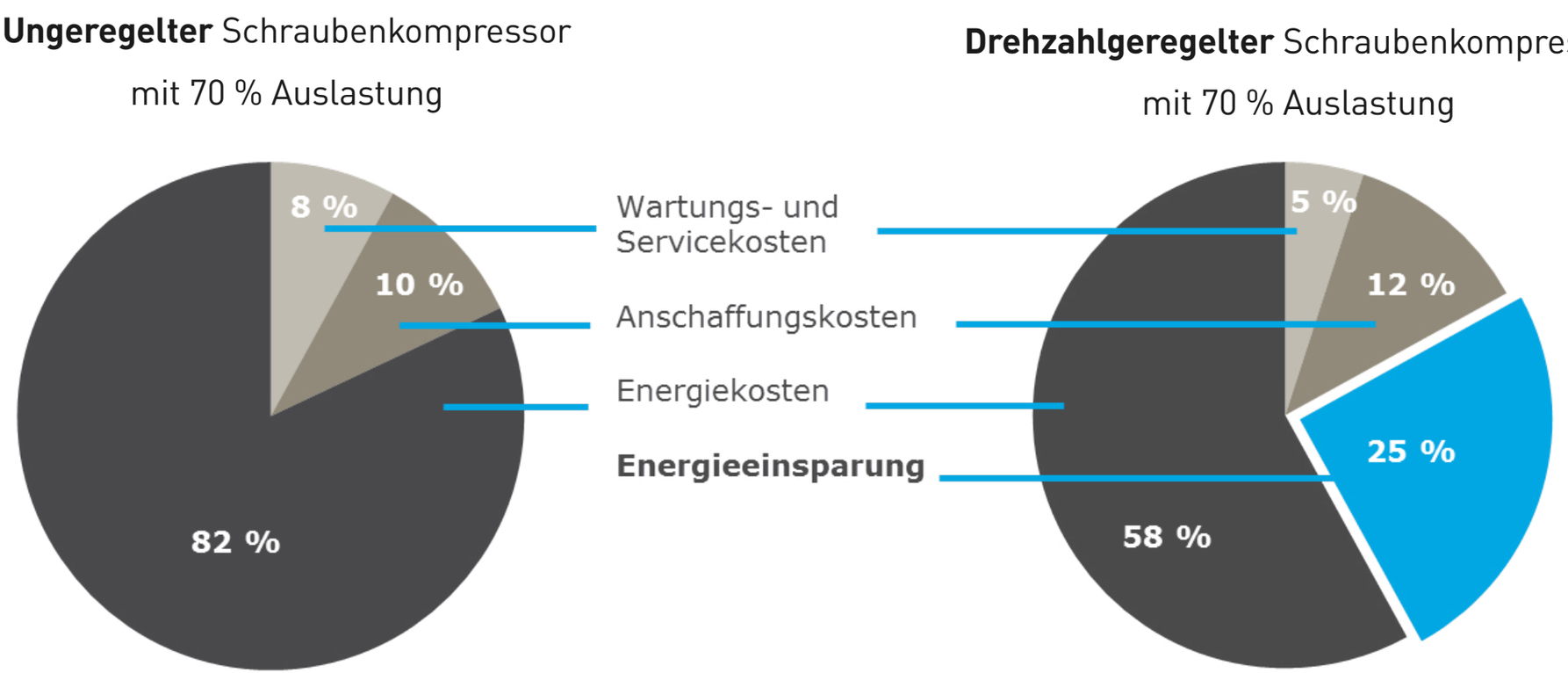
Analytics

Pay per Use

Anlagenoptimierung

Drehzahlgeregelte Steuerung

- Für Anwendungen mit schwankendem Druckluftbedarf
- Drucklufterzeugung wird dem aktuellen Bedarf angepasst



Weitere Anlagenoptimierungen

- Energieeffiziente Motoren:
  IE3-Pflicht
  IE4-Standard
- Direktantrieb
- Radialventialtoren

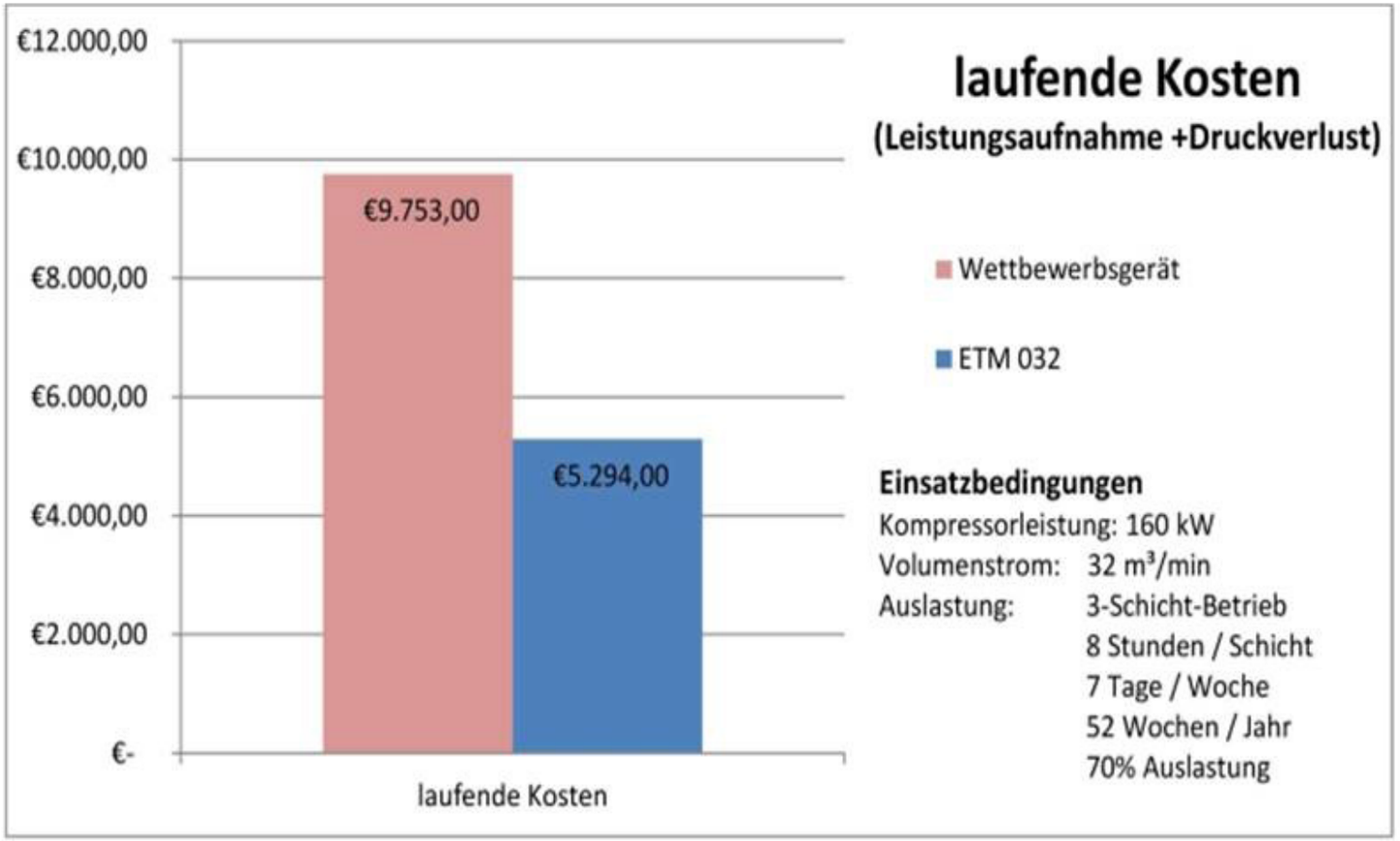
Weitere Anlagenoptimierungen - Effektive Kältetrocknung

- Energiespartrockner Ein/Aus
- Kältetrockner mit Drehzahlregelung
- Kältetrockner mit thermischem Massespeicher

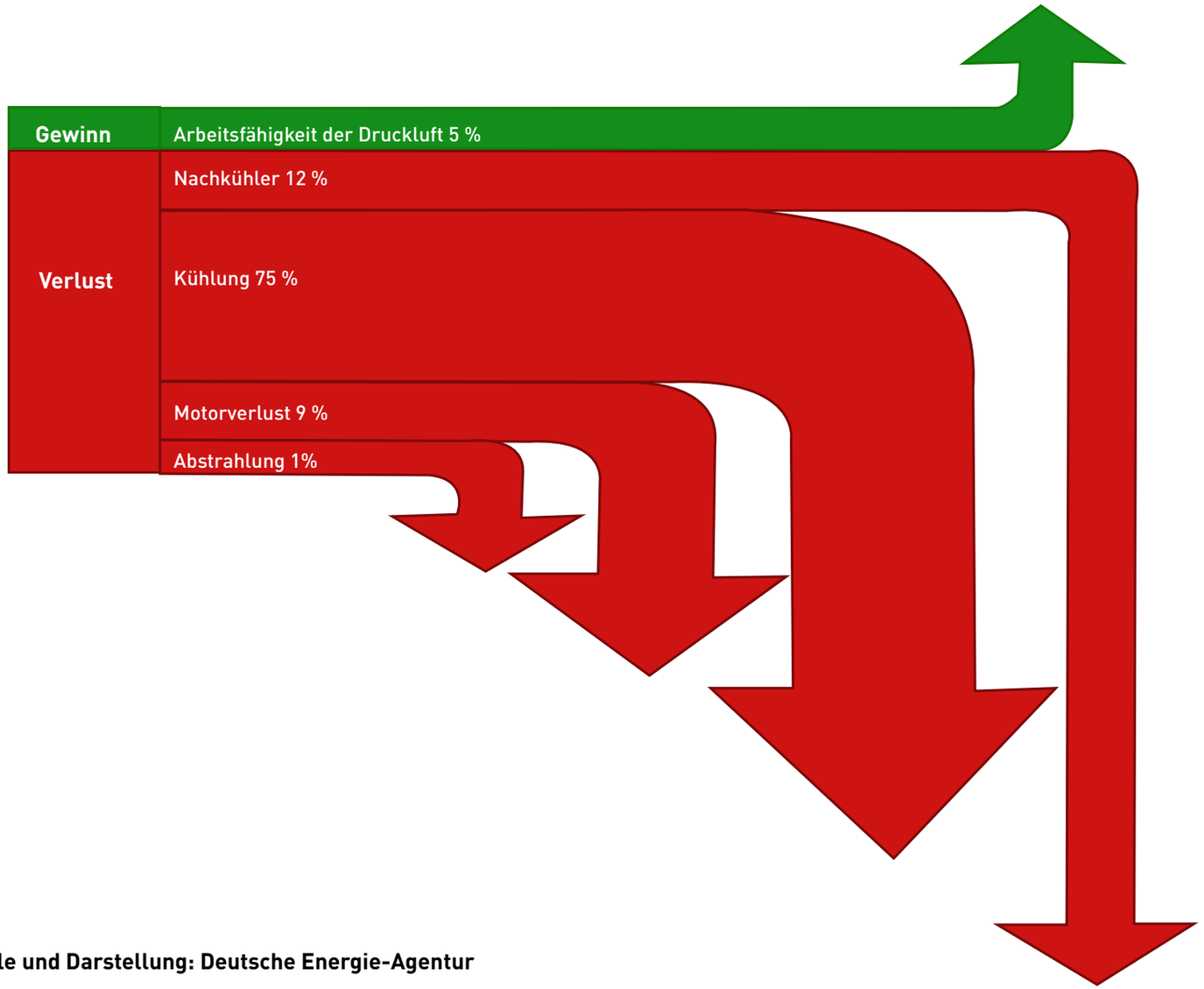
Weitere Anlagenoptimierungen - Energiespartockner

Einsparpotenzial Energiespartockner

- Standard vs. thermischer Massespeicher

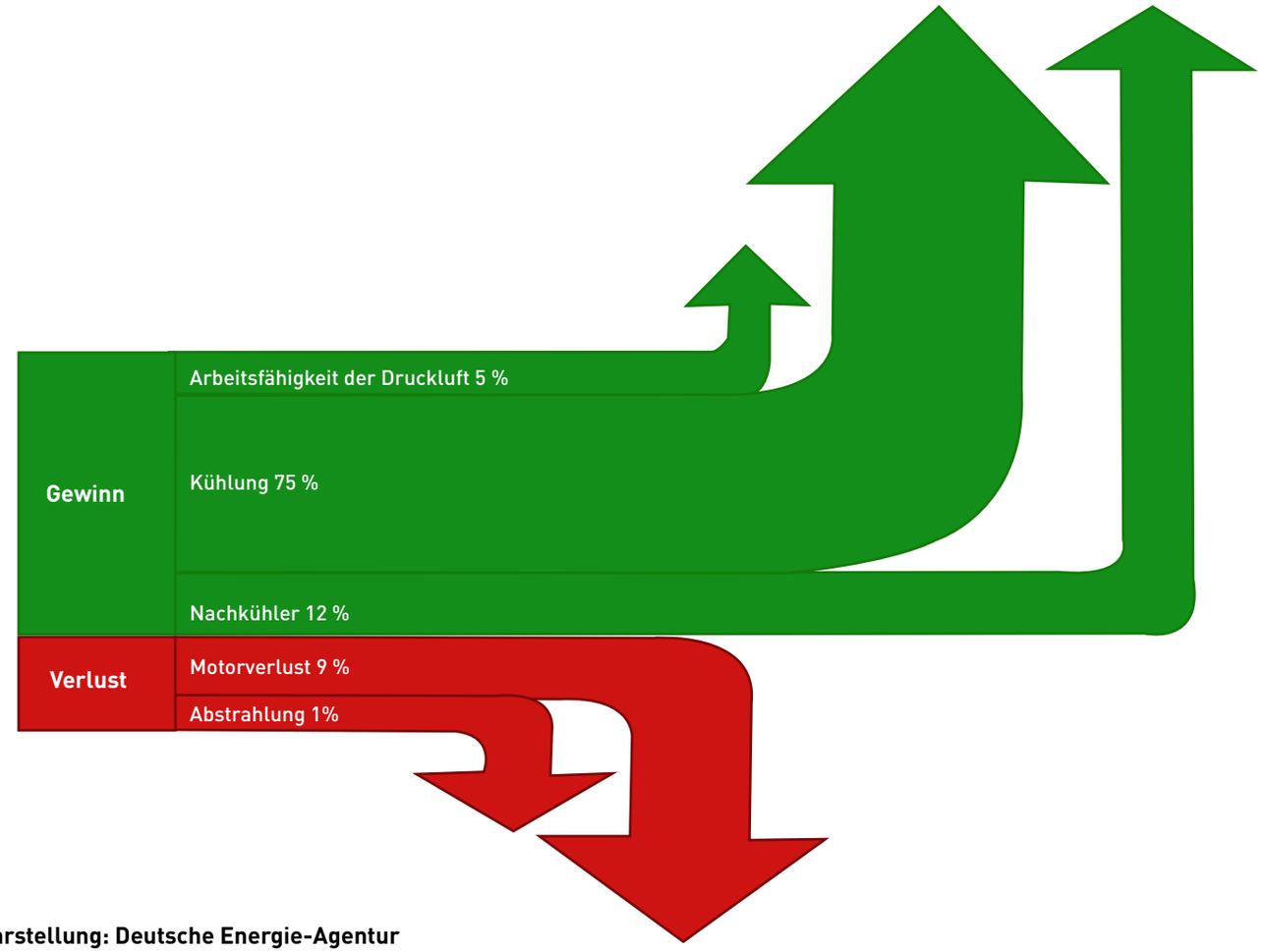


Energienutzung ohne Wärmerückgewinnung



Quelle und Darstellung: Deutsche Energie-Agentur

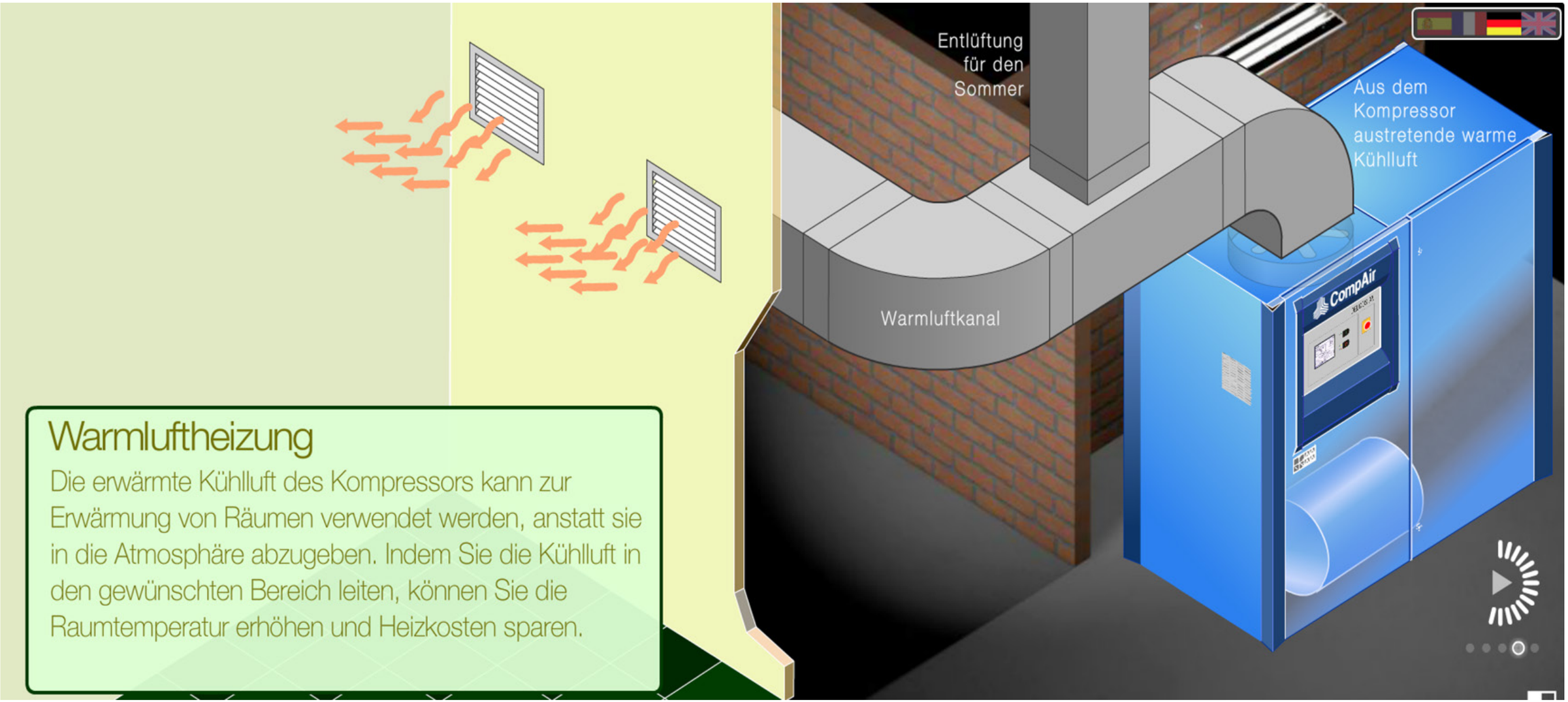
Energienutzung mit Wärmerückgewinnung



Quelle und Darstellung: Deutsche Energie-Agentur

Nutzungsmöglichkeiten Wärmerückgewinnung

Nutzungsmöglichkeiten Wärmerückgewinnung



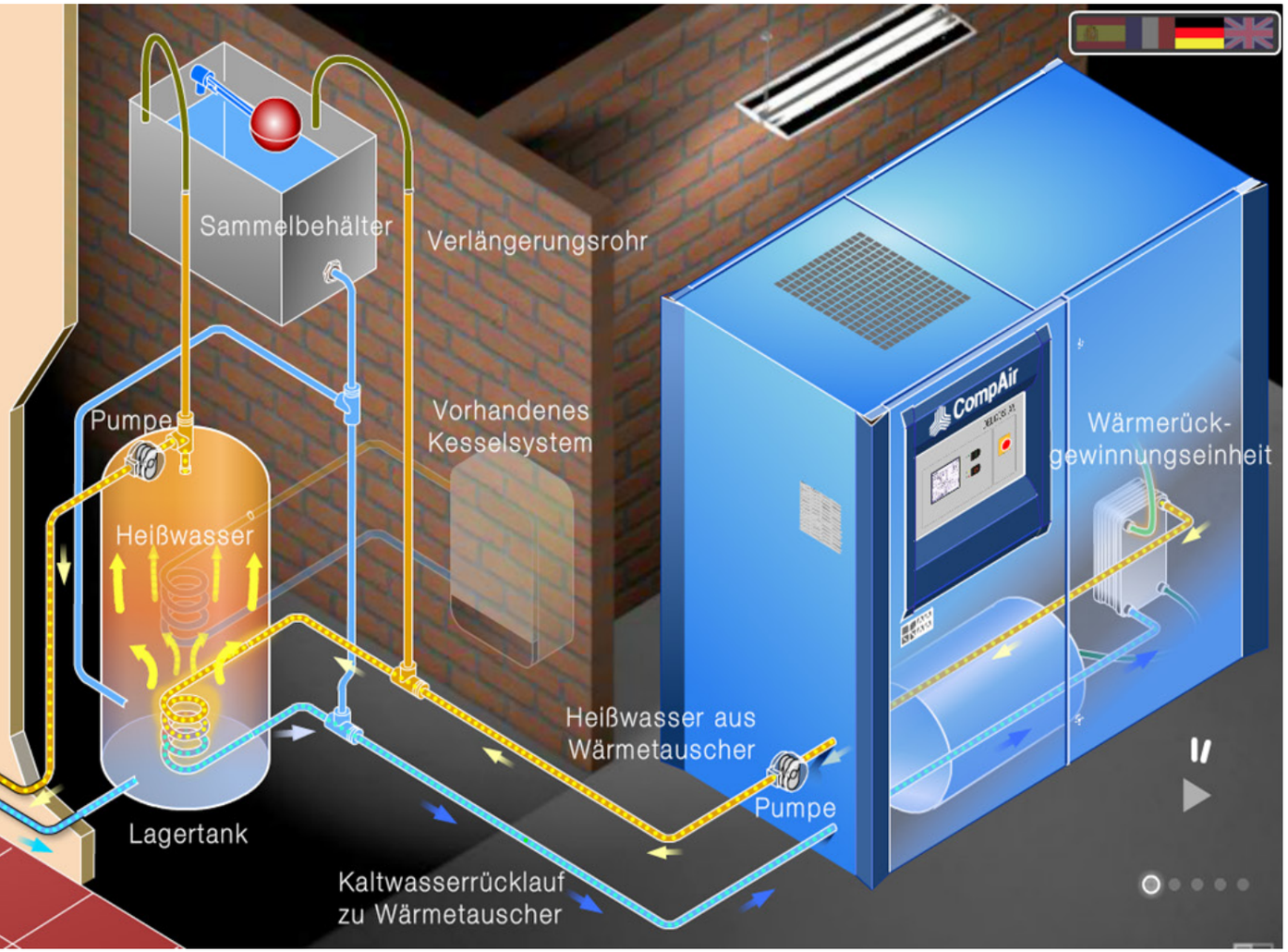
Warmluftheizung

Die erwärmte Kühlluft des Kompressors kann zur Erwärmung von Räumen verwendet werden, anstatt sie in die Atmosphäre abzugeben. Indem Sie die Kühlluft in den gewünschten Bereich leiten, können Sie die Raumtemperatur erhöhen und Heizkosten sparen.

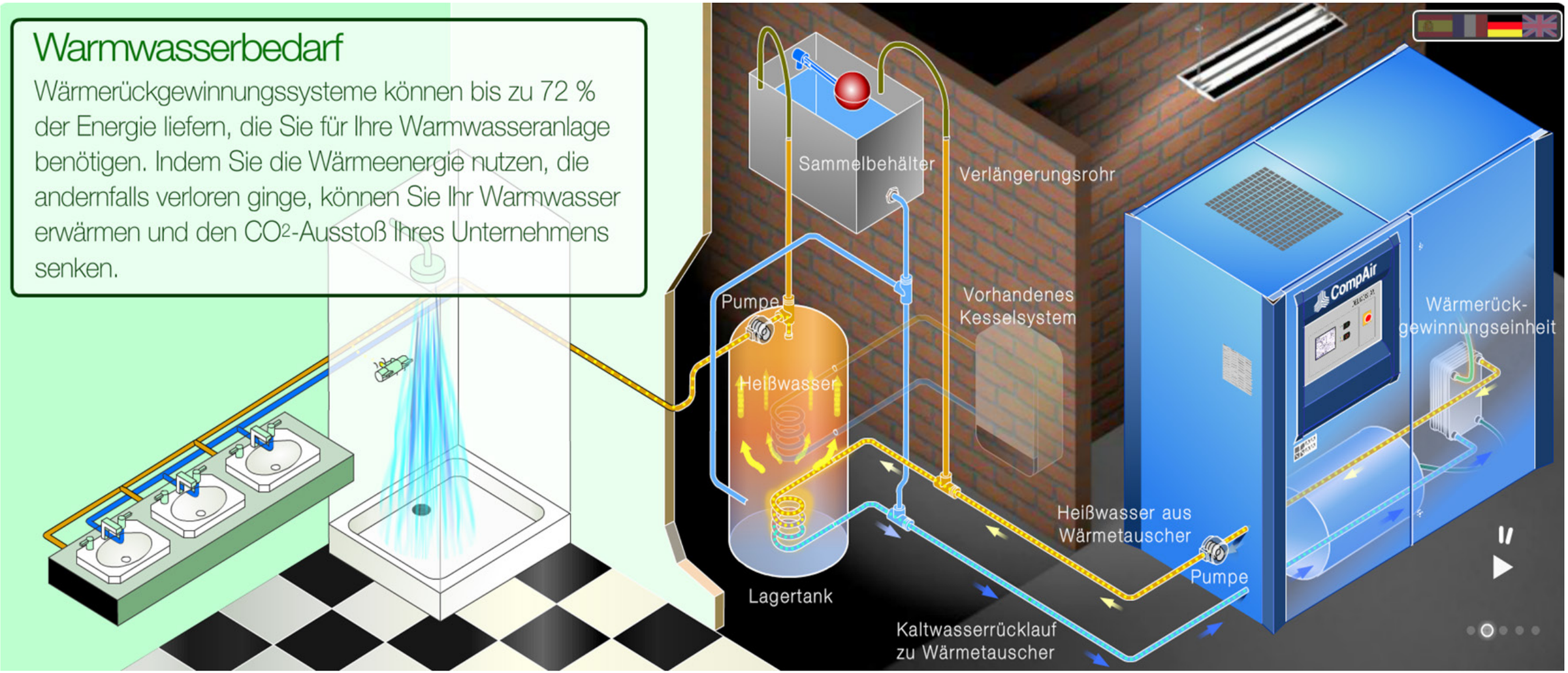
Nutzungsmöglichkeiten Wärmerückgewinnung

Heizbedarf

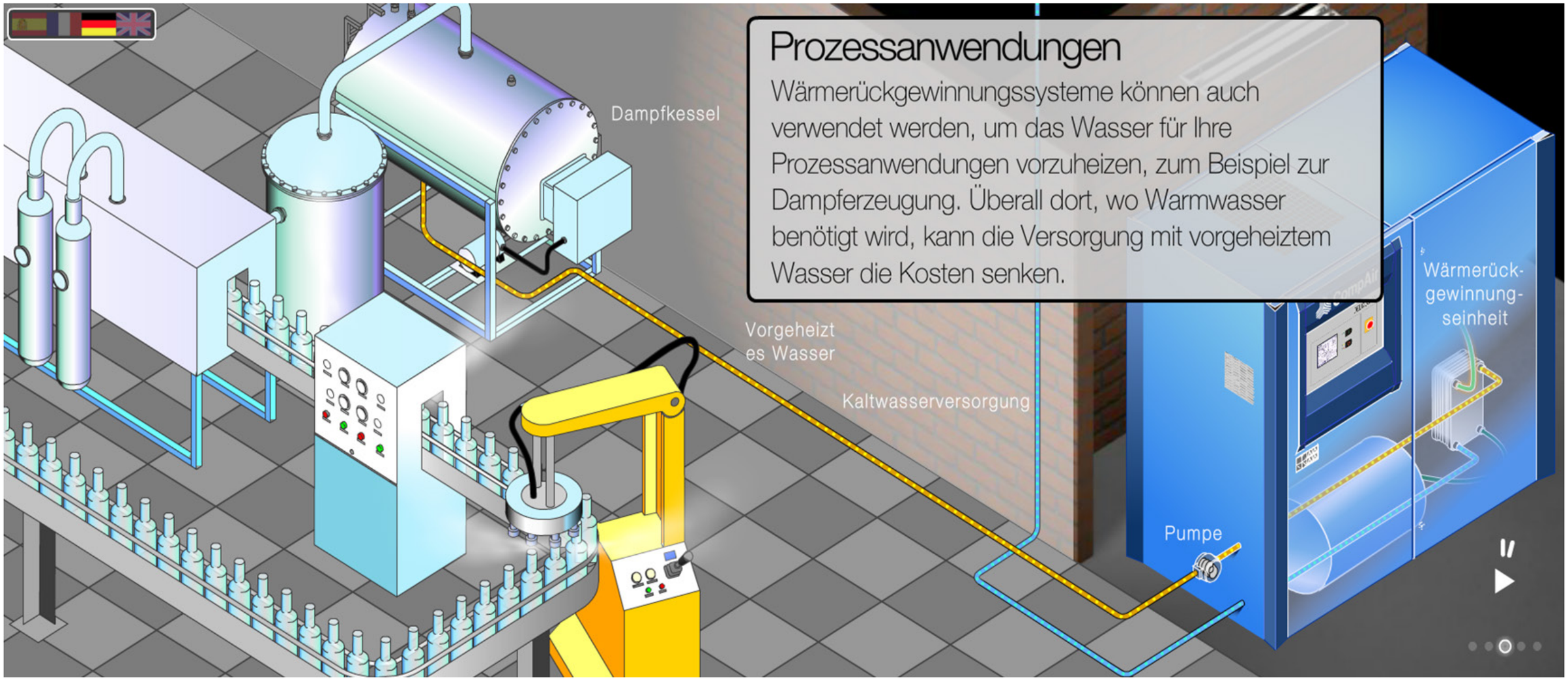
Wärmerückgewinnungssysteme eignen sich ideal zur Unterstützung der Heizungsanlage Ihres Werks. Indem Sie die von Ihren Kompressoren erzeugte Wärmeenergie nutzen, die andernfalls verloren ginge, können Sie Ihre Gebäude warm halten, Ihre Heizkosten senken und den CO^2-Ausstoß Ihres Unternehmens reduzieren.



Nutzungsmöglichkeiten Wärmerückgewinnung

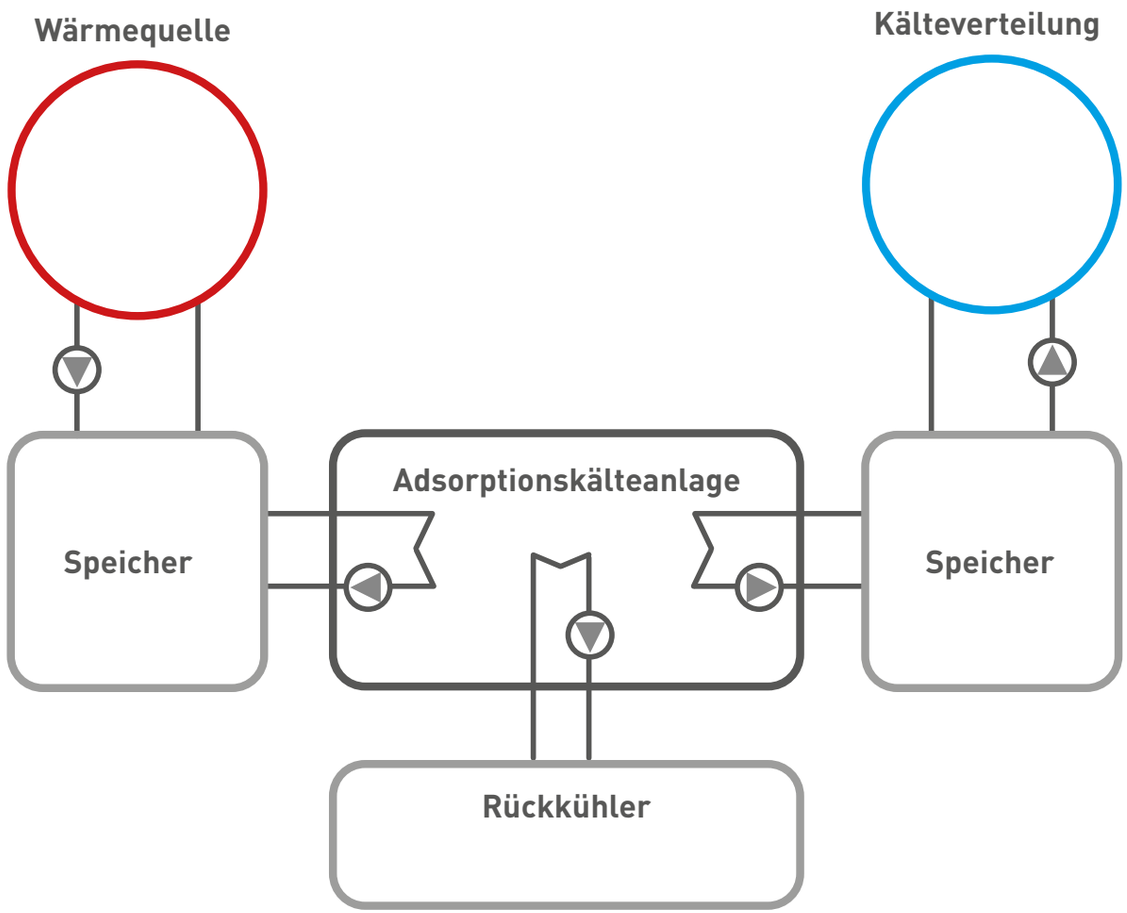


Nutzungsmöglichkeiten Wärmerückgewinnung



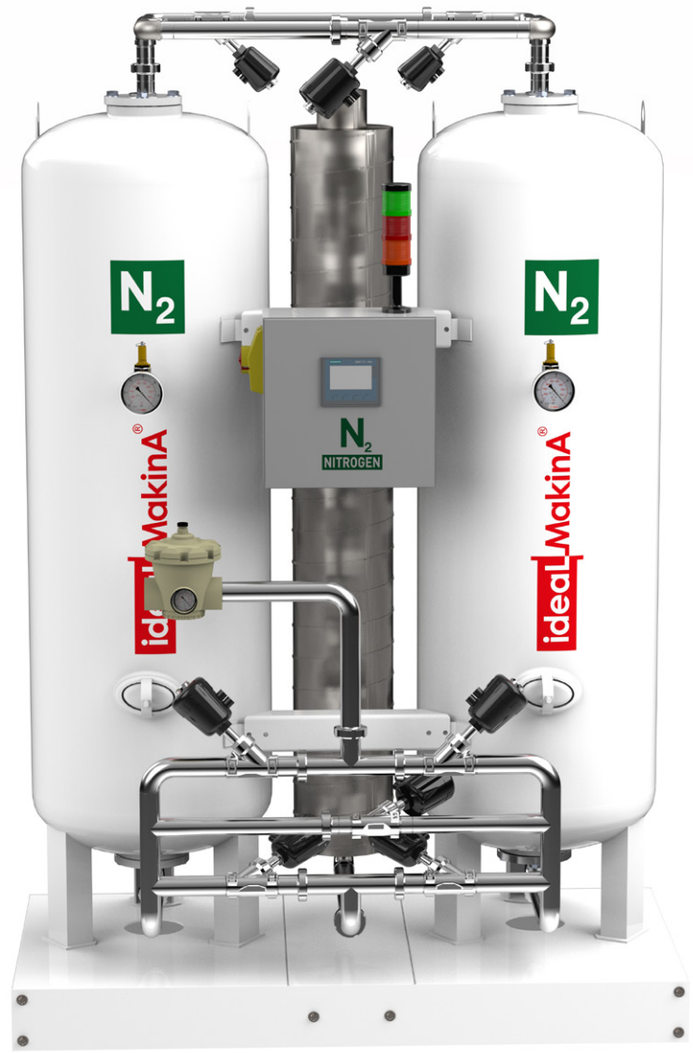
Nutzungsmöglichkeiten Kälte durch Wärme

- Erzeugung von Kälte durch Wärme als Antriebsenergie
- Einsatz z.B. für Gebäudeklimatisierung, Prozesskühlung, ...



Stickstoff-Eigenerzeugung - Pressure Swing Adsorption

- Basiert auf dem Adsorbtionsprinzip
- Bindung von Teilchen an der Oberfläche
- Sauerstoffmoleküle haften an der Aktivkohle
- Nach Sättigungsprozess folgt der Wechsel
- Der zweite Behälter wird befüllt
- Der gesättigte Behälter regeneriert sich



- N2 bzw. O2 stehen ab dem Produktbehälter zur Verfügung
- Eigenproduktion mit direkter Qualitätskontrolle
- Sehr geringer Druckluftbedarf bei hoher Reinheit
- N2 Reinheit bis 99,9999% (6.0)
- O2 Reinheit bis 99%
- Geringer Service- und Wartungsaufwand

Stickstoff-Eigenerzeugung - Pressure Swing Adsorption

Stickstoff-Eigenerzeugung - Vorteile

Fremdbezug

- Starke Bindung an einen Gaslieferanten
- Bauliche Maßnahmen zur Tankaufstellung
- Platzbedarf zur Lagerung der Flaschen, Bündel
- Kontinuierliche Bestell- und Rechnungsvorgänge
- Logistischer Aufwand
- Witterungsabhängigkeit (Gefahrguttransporte)
- Erhöhte CO2 Bilanz
- Qualitätskontrolle nur in Chargen

Eigenproduktion

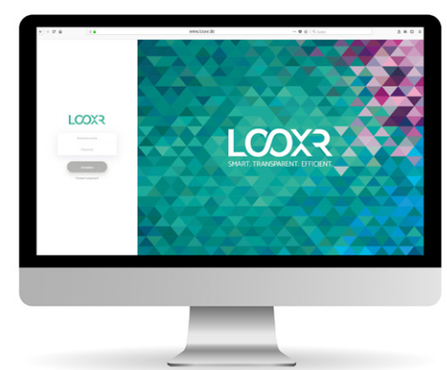
- Keine Vertragsbindung
- Keine aufwendigen Baumaßnahmen
- Verringerung des Platzbedarfs
- Reduzierung der internen Prozesskosten
- Kein Aufwand zum Wechseln der Bündel
- Ständige Verfügbarkeit
- Keine zusätzlichen Transportkosten
- In vielen Fällen Amortisierung in weniger als 3 Jahren
- Permanente Überprüfung der Reinheit

LOOXR Druckluft 4.0 - Condition Monitoring

Condition Monitoring

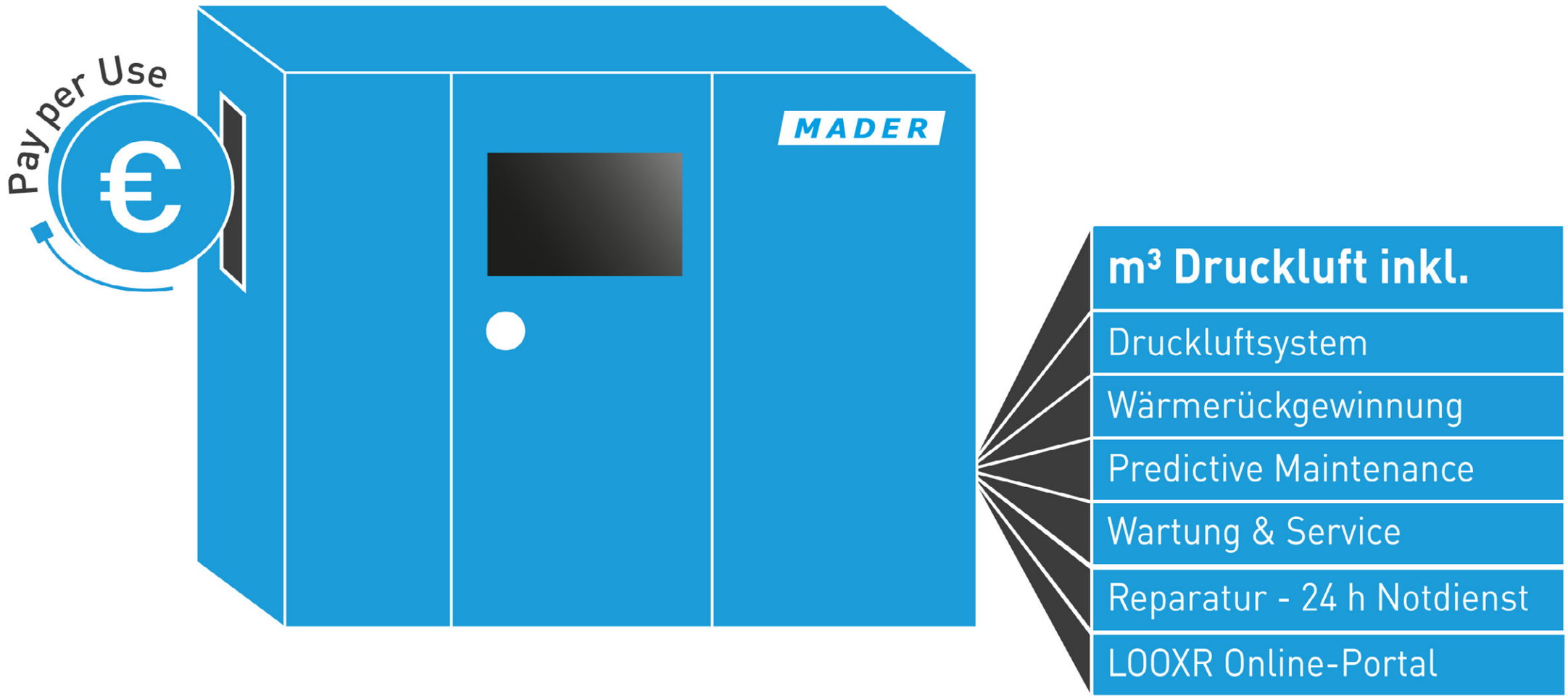
Predictive Maintenance

Analytics

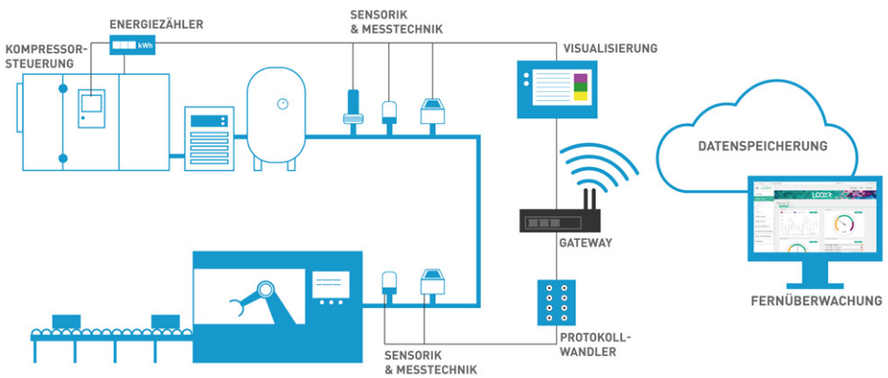


Pay per Use

Druckluft Pay per Use



Unterschied zu anderen Pay per Use-Anbietern



- Herstellerneutral
- Integration von bestehenden Anlagen
- Absolute Transparenz über den tatsächlichen Verbrauch
- Inkl. Monitoring und Predictive Maintenance mit LOOXR Software

Unternehmen, die uns vertrauen

VARTA CONSUMER BATTERIES

Messe Stuttgart

Offizieller Vertragspartner

zalando

greiner bio-one

CooperStandard

ZÜBLIN TEAMS WORK.

voestalpine EINEN SCHRITT VORAUS.

ebmpapst

SMP

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Haben Sie Fragen?

Nathalie Bizer
Leiterin Drucklufttechnik
TELEFON: 0711 - 79 72 252
E-MAIL: nathalie.bizer@mader.eu
WEB: www.mader.eu