

# Energieeinsparung in Produktionsstätten



## Inhalt des E-Books:

Die energetische Herausforderung	3
Energieeffizienz und ISO 50001	3
Überblick über den Energiebedarf	4
Leistungsvergleiche sind von entscheidender Bedeutung	4
Welche sind die wichtigsten zu bewertenden Systeme? – Elektromechanische Systeme – Dampfsysteme – Druckluftsysteme	5–11
Fazit	12

# Einführung

Energieeffizienz war schon immer ein wichtiger Faktor im Fertigungssektor. Doch die Ereignisse des vergangenen Jahres haben diese Fachrichtung noch stärker in den Mittelpunkt gerückt.

Die Hersteller von heute können es sich von nun an nicht mehr leisten, buchstäblich auch nur ein einziges Joule zu verschwenden, wenn es sich irgendwie vermeiden lässt.

Natürlich geht es bei der Energieeffizienz nicht nur darum, die Betriebskosten zu minimieren oder die Umwelt zu schützen. Zu den weiteren wichtigen Vorteilen gehört, dass geeignete Maßnahmen die Lebensdauer ihrer teuren Anlagen verlängern und gleichzeitig die Produktivität und das Leistungsniveau erhöhen.

In diesem eBook finden Sie Antworten auf häufig gestellte Fragen zu den europäischen Normen, die Sie einhalten müssen, und wie Sie die Energieverschwendung in Ihrer Einrichtung reduzieren und Geld sparen können.



# Die energetische Herausforderung

Die Energie, die wir nutzen, hat ihren Preis. Aber dieser Preis hat nicht nur einen monetären Wert, sondern betrifft auch die Umwelt.

Treibhausgase tragen wesentlich zum Klimawandel bei und die Energieerzeugung ist für zwei Drittel der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich.\* Experten gehen davon aus, dass der Energiebedarf bis zum Jahr 2030 um mehr als 40 % steigen wird. \* Obwohl die Emissionen dennoch voraussichtlich unverändert bleiben werden\*, ist dieser bestehende Wert viel zu hoch, um die Klimazusagen zu erfüllen, die von über 150 Ländern auf der COP21-Konferenz in Paris im Jahr 2015 vereinbart wurden.

Da sich neue Technologien nur langsam entwickeln, prognostizieren Experten, dass die für das gesamte laufende Jahrhundert vereinbarte maximale Menge von Treibhausgasemissionen bereits kurz nach Ablauf des Jahres 2030 erreicht wird.

Die Internationale Energieagentur (IEA) hat eine „Überbrückungsstrategie“ formuliert, um dieser vorzeitige Erreichen des Treibhausgasmaximums zu verhindern.

Ein wichtiger Bestandteil dieser Strategie ist die Verbesserung der Energieeffizienz in der Industrie.



## Energieeffizienz und ISO 50001

Die Internationale Organisation für Normung (ISO) hat die Energiemanagementnorm ISO 50001 erarbeitet, um die Energieeffizienz in der Industrie auf freiwilliger Basis zu verbessern. Dies findet Ausdruck in der Qualitätsnorm ISO 9001.

Sie beruht auf dem bewährten PDCA-Zyklus („Plan-Do-Check-Act“: Planen, Durchführen, Überprüfen, Umsetzen), mit dem die industrielle Energieeffizienz auf strukturellem Weg optimiert werden soll.

ISO 50001-Energiemanagement im Überblick:

**Planen:** Durchführen von Energieprüfungen, Erarbeiten von Ausgangswerten und Kennzahlen für die Energiesituation, Festlegen von Zielsetzungen und Erstellen von Aktionsplänen.

**Durchführen:** Umsetzung der Energiemanagement-Pläne.

**Überprüfen:** Überwachung und Messung von Prozessen hinsichtlich Energierichtlinien und -zielsetzungen. Dokumentieren der Ergebnisse.

**Umsetzen:** Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung der Energiesituation treffen.

**Vorteile:** Energiekosten einsparen.

Vermeiden von Strafen für hohe Emissionen.  
Den Klimawandel beherrschen.

\* Quelle: IEA, 2015

# Überblick über den Energiebedarf

Obwohl die Ausgaben für Energie einen erheblichen Teil der Gesamtbetriebskosten ausmachen, verfügen die meisten Unternehmen über keine Informationen, ob der mit den betrieblichen Abläufen eines bestimmten Monats zusammenhängende Energieverbrauch normal oder übermäßig war.

Steigende Energiepreise und Nachhaltigkeitsanforderungen zwingen Betriebsleiter dazu, die Energieeffizienz ihres Unternehmens zu verbessern. Der Verbrauch elektrischer Energie unterliegt starken Schwankungen. Das bedeutet, dass im Energieverteilungsnetz ständige Lastwechsel auftreten, die häufig zu Energieverschwendung führen. Wenn die Ursachen dieser Verschwendung identifiziert werden, können Unternehmen Strategien entwickeln, um sie zu reduzieren.

Obwohl die Ausgaben für Energie einen erheblichen Teil der Gesamtbetriebskosten ausmachen, verfügen die meisten Unternehmen über keine Informationen, ob der mit den betrieblichen Abläufen eines bestimmten Monats zusammenhängende Energieverbrauch normal oder übermäßig war.

Steigende Energiepreise und Nachhaltigkeitsanforderungen zwingen Betriebsleiter dazu, die Energieeffizienz ihres Unternehmens zu verbessern. Der Verbrauch elektrischer Energie unterliegt starken Schwankungen.



## Leistungsvergleiche sind von entscheidender Bedeutung

Der erste Schritt bei der Entwicklung eines Energiemanagementprogramms besteht darin, den aktuellen Stand des Energieverbrauchs in Ihrer Einrichtung zu ermitteln. Anhand dieser ersten Untersuchung können Sie als erste Maßnahme schnelle und einfache Energiesparmaßnahmen implementieren, z. B., indem Sie Bereiche, die normalerweise am Wochenende geschlossen sind, abschalten.

Überwachen Sie Bereiche, die zum Energieverbrauch außerhalb der großen Anlagen beitragen, wie zusätzliche Klimaanlage, Beleuchtung oder eingeschaltete Computer.

Nachdem Sie diese sofort durchführbaren Einsparmöglichkeiten ermittelt und umgesetzt haben, fahren Sie mit detaillierteren Untersuchungen in der gesamten Einrichtung fort. Führen Sie mit dem vielseitigen dreiphasigen Netzqualitätsanalysator Fluke 1777, der die Forderungen der Norm IEC 61000-4-30 Klasse A Ausgabe 3 erfüllt, Last- und Netzqualitätsuntersuchungen an wichtigen Anlagen im gesamten Bereich durch.

Zur schnelleren und effizienteren Untersuchung der Netzqualität mit automatischen Messungen bietet der Fluke 1777 eine einfache Bedienung und Einrichtung, hervorragende technische Daten und eine vereinfachte Berichterstellung.



# Welche sind die wichtigsten zu bewertenden Systeme?

## Elektromechanische Systeme

Es gibt fünf gängige Bereiche von Energieverschwendung in einem elektromechanischen System: Elektrik, Mechanik/Reibung, Zeitplanung, Steuerung und Dimensionierung/Wirkungsgrad.

## Elektromotoren

Elektrische Energie ist eine der wichtigsten Energiequellen für die Industrie, und Elektromotoren verbrauchen davon weltweit zwei Drittel\*. Daher stehen Elektromotoren auf der Liste der Energieeinsparmöglichkeiten ganz oben.

Veraltete, ineffiziente Motorsysteme können viele Jahre alt sein. Und obwohl neue Systeme auf dem Papier effizienter sind, laufen sie möglicherweise nicht unter optimalen Bedingungen, was zu Energieverschwendung führt.

Durch systematische und regelmäßige Prüfungen des Wirkungsgrads Ihrer Elektromotoren können Sie die Basiswerte und Kennzahlen zur Energieeffizienz ermitteln, die von der Norm ISO 50001 gefordert werden. Zudem können Sie Energie und auch hohe Instandhaltungs- und Reparaturkosten einsparen. Obendrein minimieren Sie die Prozessunterbrechungen.

Drei wichtige Faktoren, die den Wirkungsgrad von Elektromotoren beeinflussen, sind:

- Motorwirkungsgradklasse
- Motorbelastung
- Motor-Derating

## Motorwirkungsgradklasse

Die meisten Elektromotoren sind mit einer Wirkungsgradangabe auf dem Typenschild versehen. Diese Zahl gibt an, wie gut der Motor elektrische in mechanische Energie umwandeln sollte.

Motoren gibt es je nach Konstruktion in verschiedenen Wirkungsgradklassen. Je höher die Klasse, desto besser der Wirkungsgrad und desto weniger Energie wird für die Arbeit benötigt.

Je nach Region gibt es unterschiedliche Bezeichnungen für diese Wirkungsgradklassen. Zwei weit verbreitete Klassifizierungssysteme sind:

IEC: IE1/IE2/IE3/IE4

NEMA: Standard/High/Premium/Super Premium

Der Austausch eines Motors einer niedrigeren Klasse durch einen Motor einer höheren Wirkungsgradklasse erfordert eine Investition. Da die anfänglichen Investitionen jedoch nur etwa 1 % der Gesamtkosten über eine 20-jährige Lebensdauer des Motors ausmachen (die Energie macht 90 % aus)\*, lohnt sich die Investition in energieeffiziente Motoren.

## Motorbelastung

Die Motorbelastung gibt an, wie gut die angegebene Motorleistung und die mechanische Belastung aufeinander abgestimmt sind.

Es gibt drei grundlegende Belastungssituationen:

### ● Überlast

Der Motor ist für die Aufgabe unterdimensioniert. Dies führt zu einer Überhitzung des Motors. Das wiederum führt zu einer verkürzten Lebensdauer und er kann regelmäßig ausfallen. Er erzeugt ein Übermaß an Wärmeenergie, was zu einer geringen Energieeffizienz führt.

### ● Unterlast

Der Motor ist für die Aufgabe überdimensioniert. Er läuft mit einem Bruchteil der angegebenen Leistung und nimmt zu viel und ineffektiven Strom auf.

Da dieser Strom keine Nutzenergie liefert, ist der Wirkungsgrad gering. Energieversorger können für diesen übermäßigen und ineffektiven Strom Strafen verhängen.

### ● Nominallast

Die Motorleistung und die mechanische Belastung sind gut aufeinander abgestimmt. Der Motor läuft mit der angegebenen Nominalleistung und nutzt die Energie, um die Arbeit so effizient wie möglich zu erledigen. Dies ist die bevorzugte Belastungssituation.

\* Quelle: Toshiba

## Motor-Derating (Leistungsreduktion)

Motor-Derating bedeutet, dass der Motor aufgrund einer schlechten Qualität der Stromversorgung unterhalb seiner spezifizierten Leistung betrieben werden muss. Derating senkt die Energieeffizienz des Motors. Nichtbeachten des Deratings kann zu frühen Ausfällen und einer verkürzten Lebensdauer führen. Es gibt vier Hauptgründe für das Derating:

## Spannungsunsymmetrie

Die drei Phasen der Versorgung haben nicht die gleichen Spannungen. Dies führt zu mechanischer Beanspruchung und Wirkungsgradverlusten des Motors.

## Spannungsüberschwingungen

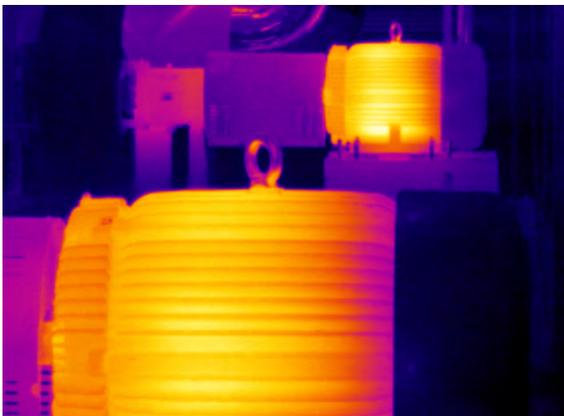
Neben der Grundschwingung 50/60 Hz gibt es in der Spannungsversorgung weitere (harmonische) Frequenzen. Dies führt zu entgegengesetzten Drehmomenten und Wärmeverlusten im Motor, wodurch der Wirkungsgrad des Motors sinkt.

## Über-/Unterspannung

Die Spannungsversorgung ist im Vergleich zur angegebenen Motorspannung entweder zu hoch oder zu niedrig. Beide Situationen senken den Motorwirkungsgrad.

## Hohe Temperatur

Eine hohe Motortemperatur wirkt sich negativ auf die Motorleistung aus.



## Auswirkungen der Netzqualität auf elektromechanische Systeme

Oberschwingungen verzerren die Spannung und den Strom, sodass die ideale Sinuskurve des Spannungsverlaufs nicht aufrechterhalten werden kann. Eine der typischen Auswirkungen von Oberschwingungen in elektrischen Systemen ist die überschüssige Wärmeenergie, die in den jeweiligen Leitern aufgrund des Skin-Effekts (Stromverdrängung) erzeugt wird.



Mit dem Fluke 1777 können Sie den gesamten Zustand der Netzqualität in Übereinstimmung mit internationalen Normen (z. B. EN 50160, IEEE 519 usw.) anzeigen und so die Fehlersuche beschleunigen. Dies hilft dabei, Prioritäten zu setzen und die Ressourcen auf Lösungen zur Schadensbegrenzung zu konzentrieren. Bild 1 zeigt einen Überblick des Zustands der Netzqualität (PQ Health Mode), der mit einem Blick erfasst werden kann. Die zusätzliche Wärmeenergie verursacht Probleme in Kabelführungen, Motorwicklungen und Transformatoren. Überhitzung kann zu erheblichen Schäden oder einem Totalausfall führen, was jeweils zu ungeplanter Ausfallzeit und kostspieligen Reparaturen führen kann.

Bei Dreiphasen-Motoren verschlechtert Unsymmetrie die Betriebseigenschaften und verkürzt die Lebensdauer. Eine Spannungsunsymmetrie an den Statorklemmen des Motors verursacht eine Stromunsymmetrie in den Phasen, die deutlich höher als die in Bild 2 dargestellte Spannungsunsymmetrie ist.

Unsymmetrische Ströme ihrerseits führen zu Drehmomentschwankungen, erhöhten Schwingungen und Verlusten, mechanischer Belastung und Motorüberhitzung. Mit dem Fluke 1777 können diese Probleme durch Unsymmetrien in einem Prozentwert quantifiziert werden, wie in Bild 3 gezeigt.

Jeder dieser Effekte verbraucht Energie, deren Verluste jetzt quantifiziert werden können. Mit dem Fluke 1777 können diese Werte quantifiziert werden, wie in Bild 4 dargestellt. So erhalten Sie ein besseres Verständnis für die von den Lasten verbrauchte nutzbare und unbrauchbare Leistung.

Überhitzung und übermäßige Schwingungen, die man mit Hilfe von Wärmebildern und Schwingungsmessung erkennen kann, können zu mechanischen Betriebszuständen führen, bei denen Energie verschwendet wird. Mögliche Ursachen für mechanische Überhitzung und übermäßige Schwingung variieren von Kühlung und Luftströmung bis hin zu Lagerausrichtung und anderen Ursachen für Reibung.



Bild 1: Einzelne Oberschwingungen gemessen mit Fluke 1777

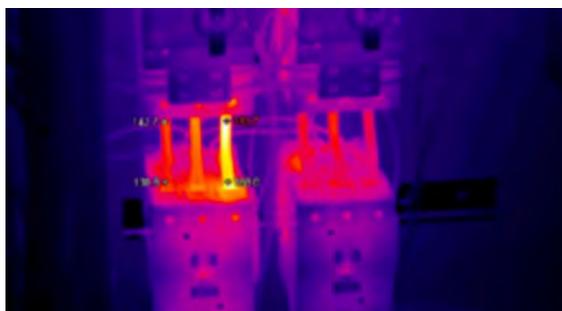


Bild 2: Mit einer Wärmebildkamera erkannte Unsymmetrie



Bild 3: Tabelle der unsymmetrischen Spannungen und Ströme, die mit dem Fluke 1777 erfasst wurden



Bild 4: Nutzbare und unbrauchbare Leistung, die mit dem Fluke 1777 erfasst wurde

Das Schwingungsmessgerät Fluke 805FC (siehe Bild 5) wandelt Schwingungsdaten in aussagekräftige Informationen zum Maschinenzustand um. Erkennen Sie das Ausmaß von Schwingungen und des Lagerverschleißes, den genauen Ort des Fehlers, den Schweregrad und Möglichkeiten zur optimalen Implementierung in Ihrer laufende Instandhaltung.

Bild 6 zeigt einen Techniker bei der Fehlerdiagnose über einen externen Sensor an einem Motor, der mit einem Kompressor gekoppelt ist. Andere Dinge, die ineffiziente Betriebsabläufe und Energieverschwendung verursachen, können durch Untersuchungen von Kupplungen, Wellen, Riemen, Lagern, Ventilatoren, elektrischen Komponenten, Verteilern/Anschlusskästen und Wicklungen mit Wärmebildkameras gefunden werden.

Bild 7 zeigt ein Beispiel für eine Fehlausrichtung bei der Installation des Motors.



Bild 5: Schwingungsmessgerät Fluke 805FC



Bild 6: Fluke 805FC mit externem Sensor

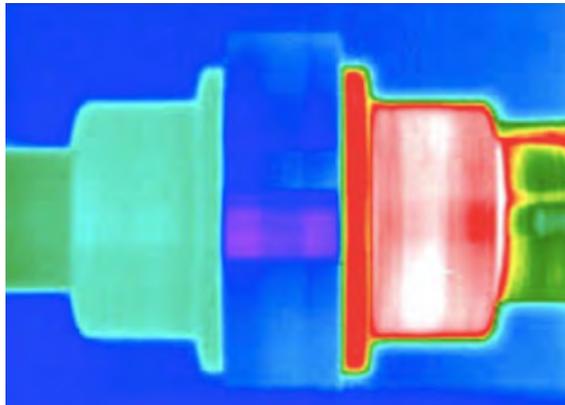


Bild 7: Überhitzung der Motorkupplung aufgrund einer falschen Ausrichtung der Kupplung während der Installation



Wärmebildkamera Fluke Ti480 Pro bei Motorinspektionen

Eine der einfachsten Energiesparlösungen ist die Protokollierung der Leistungsaufnahme großer elektromechanischer Lasten während des Betriebs. Ermitteln Sie, wann die Maschine die meiste Energie verbraucht (häufig beim Start), und prüfen Sie, ob die Betriebszeiten auf Zeiten gelegt werden können, zu denen die Stromtarife am günstigsten sind. Sie können auch eine Wärmebildkamera verwenden, um Maschinen zu untersuchen, die nicht anlaufen, wenn sie es sollten.

Prüfen Sie mit dem Netzqualitätsanalysator die Betriebsplanung daraufhin, wie oft die Maschine Energie verbraucht. Wie viel Energie wird verbraucht, wenn die Maschine nicht aktiv genutzt wird? Ohne Nutzung von Steuerungen müssen die meisten Maschinen manuell ausgeschaltet werden, damit sie keine Energie mehr verbrauchen. Manuelle Aktionen werden jedoch nicht immer ausgeführt. Nicht alle Maschinen können ausgeschaltet werden, aber die meisten können in einen Energiesparmodus versetzt werden. Steuerungen variieren von einfach bis vollautomatisch. Es können Sensoren und Zeitschaltungen eingesetzt werden, um Maschinen in den Energiesparmodus zu versetzen, oder auch Änderungen durch eine SPS ausgeführt werden.



Mit der Kalenderansicht, einer Funktion der Software Fluke Energy Analyze Plus, die mit dem Fluke 1777 zusammenarbeitet, können Sie Energie oder Leistung in verschiedenen Zeitintervallen vergleichen.

Besonders in älteren Betrieben ändern sich die betrieblichen Anforderungen, aber die Lasten bleiben, wie sie sind. Das bedeutet, dass manchmal ein großer, teurer und schwer zu startender Motor für den Antrieb eines Systems mit einer geringeren Leistungsaufnahme eingesetzt wird. Jeder Betriebsleiter versucht natürlich, die Lebensdauer großer Maschinen zu maximieren. Es lohnt sich jedoch, zu protokollieren, wie viel Leistung der Motor verbraucht, und dies mit den tatsächlichen Lastanforderungen und mit einer neuen, hocheffizienten und richtig bemessenen Maschine zu vergleichen.

Berechnen Sie, wie viel Energie unnötig verbraucht wird, und multiplizieren Sie diesen Wert mit dem entsprechenden Wert des Tarifs des EVU. Ermitteln Sie, wie lange es dauern würde, bis sich ein neuer Motor amortisiert. Es kann finanziell sinnvoll sein, Geräte zu ersetzen, bevor sie ausfallen. Wenn nicht, sollten Sie überlegen, ob Steuerungen zur Anpassung der Leistung genutzt werden können.

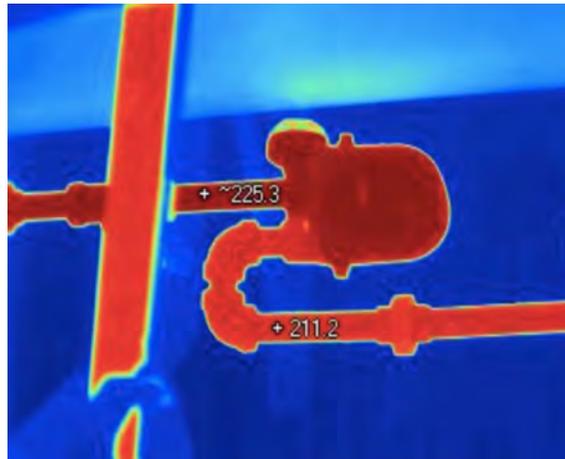


## Dampfanlagen

Die Prozessheizung ist für einen beträchtlichen Anteil der steuerbaren Betriebskosten verantwortlich. Sie müssen das System regelmäßig überprüfen, um verschiedene Betriebszustände zu vermeiden, bei denen Energieverschwendung auftritt. Protokollieren Sie zunächst den Energieverbrauch am Heizkessel, um sich einen ersten Eindruck über den Energieverbrauch zu verschaffen. Inspizieren Sie als Nächstes das Verteilungssystem mit Kondensatableitern, Manometern, Dämmungen, Pumpen und Ventilen. Verwenden Sie schließlich eine Wärmebildkamera, um defekte Kondensatableiter, Lecks, Verstopfungen und Kondensatausfälle zu erkennen: Das Ziel besteht darin, möglichst viel vorgewärmtes Kondensat in den Heizkessel zurückzuleiten. Das Bild zeigt ein Beispiel eines ausgefallenen Kondensatableiters, bei dem die Austrittstemperatur nahe der Eintrittstemperatur liegt.

Neben der Thermografie können Sie auch ein Ultraschall-Lecksuchgerät verwenden, um nach Dampfleck zu suchen. Suchen Sie nach losen oder fehlenden Dämmungen und prüfen Sie die ordnungsgemäße Funktion aller Kondensatableiter. Reinigen Sie die Heizkessel von innen und prüfen Sie die Dampfübertragungsleitungen auf Blockierungen. Die Kombination all dieser Maßnahmen hilft Ihnen dabei, festzustellen, wo Energie verschwendet wird und hilft dem Team bei der Planung von Energiesparlösungen – von denen Sie viele häufig durch Instandhaltungsmaßnahmen statt über Investitionsaufwand umsetzen können.

Das Bild zeigt ein Dampfleck, das mit der Schallkamera Fluke ii910 aufgenommen wurde. Mit dieser Technologie können Sie die Zeit, die Sie zum Aufspüren von Lecks benötigen, erheblich verkürzen. Die einfache Handhabung der Fluke ii910 ermöglicht es einem Anwender mit geringer Erfahrung, sofort mit der Lecksuche zu beginnen. Dampf-, Druckluft-, Gas- und Vakuumleckagen lassen sich aus bis zu 70 Metern Entfernung leicht aufspüren.



Defekter Kondensatableiter, aufgenommen mit einer Wärmebildkamera



Mit dem Fluke ii910 erfasstes Dampfleck in einer Lebensmittel- und Getränkeherstellungsanlage

## Druckluftsysteme

Ein Luftverdichter mit 75 kW kann etwa 50.000 € an Energiekosten im Jahr verbrauchen. 30 % dieser elektrischen Energie werden für Druckluft verwendet, die aufgrund von Lecks in der Verteilung und verschwenderischer Nutzung keine Arbeit verrichtet\*. Viele Betriebe haben die Effizienz ihres Druckluftbetriebs nie bewertet. Dadurch investieren sie in einen zusätzlichen Verdichter, wenn mehr Luftdruck benötigt wird, und betreiben diesen, ohne zu erkennen, dass sie bereits mit dem installierten System mehr Druck erzeugen könnten. Das Bild unten zeigt ein typisches An- und Abschaltverhalten eines Verdichters, wenn die Lecks nicht behoben sind. Die Herstellung von Druckluft ist letztlich recht teuer. Bild 10 zeigt ein übermäßig häufiges An- und Abschalten des Verdichters, das durch Druckluftlecks verursacht wurde. Die Protokollierung erfolgte durch einen Netzqualitätsanalysator.

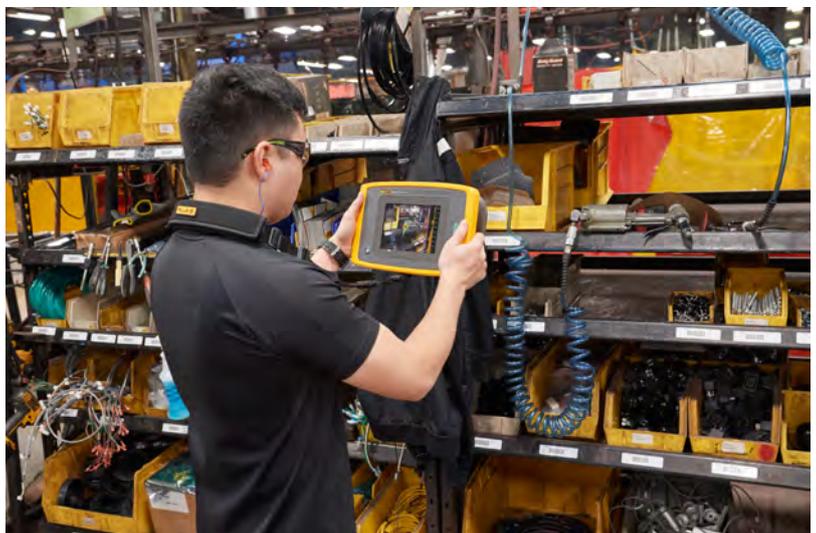
Um das Maß der Verschwendung zu erkennen und zu quantifizieren, sollten Sie zunächst an allen Luftverdichtern die Leistung über einen vollen Betriebszyklus protokollieren. Dadurch wird festgestellt, wie viel Energie benötigt wird, um den aktuellen Luftdruck zu erzeugen. Verwenden Sie ein Ultraschall-Lecksuchgerät für eine möglichst umfassende Untersuchung der Luftleitungen, um den Ort und den Umfang von Luftlecks zu bestimmen.

Das Bild zeigt die Erkennung von Druckluftlecks in einer extrem lauten Handschuhproduktion. Die Schallkamera Fluke ii910 kann diese Störungen herausfiltern und sich auf die wirklich wichtigen Lecks konzentrieren.

Das Bild zeigt ein Leck in der Hauptdruckluftleitung einer Elektronikfabrik. Wenn das Leck nicht leicht zugänglich ist, ist die Schallkamera Fluke ii910 nützlich, um die Leckstelle zu lokalisieren.

Zu den wirksamen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz gehören:

- Behebung erkannter Lecks,
- präzise Einstellung der Kompressoren, sodass sie nur die tatsächlich benötigte Menge an Druck erzeugen,
- Installation von Luftabschaltmagneten an den Verbrauchsstellen und
- Verwendung von Auffangbehältern für großvolumige Anwendungen, anstatt den Gesamtdruck des Systems zu erhöhen.



\* *Improving Compressed Air System Performance: a Sourcebook for Industry: Abschnitt 12, "Compressed Air System Economics and Selling Projects to Management," S. 69.*

# Fazit

Wenn Sie einen Weg zur Erkennung von Energieverschwendung und zur Reduzierung des Energieverbrauchs gefunden haben: Würden Sie diese Einsparungen dann zur Erhöhung der Anlagenkapazität (mehr Volumen bei gleichem Verbrauch in kWh) oder für andere Unternehmensstrategien, wie z. B. die Erhöhung der Gewinnspanne oder die Realisierung von Preisen, nutzen?

Die Rückgewinnung von Energie, die ansonsten verschwendet würde, bietet Produktionsbetrieben einen signifikanten Vorteil. Durch die Protokollierung und Analyse der Betriebseigenschaften jedes einzelnen großen Systems und dem Abgleich dieser Kosten mit der Stromrechnung kann man quantifizieren, wo und wann Energie verbraucht wird. Hierdurch können die Unternehmen häufig durch einfache Veränderungen im Betrieb und in den Zeitplanungen Ersparnisse realisieren.

Durch Identifizierung ineffizienter Geräte und Anlagen mit intelligenten Messgeräten können Unternehmen Austauschmaßnahmen rechtfertigen und priorisieren. Und durch eine Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs senken die Unternehmen ihre Betriebskosten und verbessern so ihre Wettbewerbsfähigkeit am Markt.

**Fluke.** *Damit Ihre Welt intakt bleibt.*<sup>™</sup>

**Fluke Europe B.V.**

PO Box 1186, 5602 BD  
Eindhoven, Niederlande

**Fluke (UK) Ltd.**

52 Hurricane Way  
Norwich, Norfolk, NR6 6JB  
Vereinigtes Königreich  
Tel.: +44 (0)20 7942 0700  
Fax: +44 (0)20 7942 0701  
E-Mail: industrial@uk.fluke.nl  
Web: [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

©2022-2023 Fluke Corporation.

Alle Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.  
Änderungen der technischen Daten vorbehalten.  
08/2023

**Dieses Dokument darf ohne schriftliche Genehmigung von Fluke Corporation nicht geändert werden.**

