



Leitfaden für die akustische Bildgebung

Ein informativer Leitfaden für den Einsatz
von Kameras für akustische Bildgebung
in industriellen Anwendungen





Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Die akustikkamera und wie sie funktioniert	6
3. Warum akustische bildgebung?	8
4. Einsatz von akustischer bildgebung für industrielle anwendungen	10
5. Auswahl der richtigen akustikkamera	14
6. So führen sie inspektionen mithilfe akustischer bildgebung durch	18

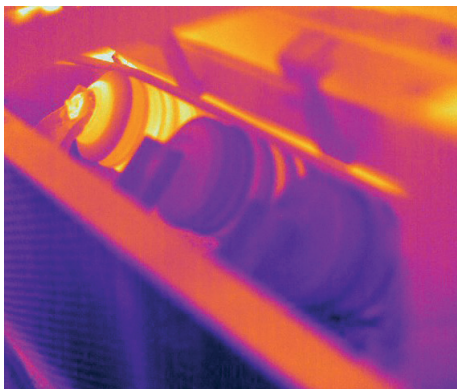


1

EINLEITUNG

In der Vergangenheit verließen sich die Menschen stark auf ihr Gehör, um Anomalien in verschiedenen Anwendungen zu erkennen. Ob beim Aufspüren von Gaslecks oder bei der Erkennung von Teilentladungen in Stromnetzen – das menschliche Ohr hat sich als recht effizient erwiesen, wenn auch nicht ohne Einschränkungen. Eine große Herausforderung waren die Umgebungsgeräusche, die die Zielgeräusche oft überdeckten. Ein weiteres Problem war die Schwierigkeit, den Ursprung bestimmter Geräusche genau zu bestimmen.

In Anbetracht dieser Einschränkungen und inspiriert durch die Ultraschall-Echoortungsfähigkeiten von Fledermäusen führte der technologische Fortschritt zur Entwicklung von Ultraschall-Richtmikrofonen. Diese Geräte ermöglichten es den Benutzern, sich auf bestimmte Frequenzen zu konzentrieren, um Interferenzen zu reduzieren und den Ursprung von Geräuschen durch einen Abtastprozess genau zu bestimmen. Es funktionierte jedoch nicht vollständig reibungslos. Der Prozess war zeitintensiv und erforderte rigorose Schulungen und praktische Erfahrung. Die Benutzer mussten die überlagerten Geräusche über Kopfhörer interpretieren und die Geräusche von Lecks, mechanischen Fehlern und verschiedenen PD-Typen inmitten der verbleibenden Hintergrundgeräusche erkennen.



Wie die Wärmebildgebung (links) nutzt auch die akustische Bildgebung (rechts) die von einem Objekt abgestrahlten Wellenlängen zur Lokalisierung und Messung von Defekten. Die Wärmebildgebung verwendet unsichtbare Lichtwellenlängen, während bei der akustischen Bildgebung unhörbare Schallwellenlängen eingesetzt werden.





Die Entwicklung von Kameras für akustische Bildgebung stellte eine deutliche Verbesserung dar. Diese Geräte erkennen nicht nur Leckagen und Teilentladungen und stellen sie auf ihren Bildschirmen dar, sondern unterscheiden auch intelligent zwischen diesen Ultraschallwellen und anderen Geräuschquellen. Wenn ein Geräusch als Leck, mechanisches Problem oder Teilentladung erkannt wird, bewertet die integrierte Analyse die Art der Intensität und andere Faktoren und hilft dem Benutzer, die kritischsten Probleme zu priorisieren.

Auf dem heutigen Markt gibt es zwar zahlreiche akustische Kameras, doch die maßgeschneiderte Analytik hebt die Kameras für akustische Bildgebung von Flir von den anderen ab. Die Entscheidungshilfe von FLIR unterstützt die Benutzer, indem sie Klarheit über erkannte Probleme und deren Schweregrad schafft und Lösungen priorisiert, während gleichzeitig die Anforderungen an Schulung und Erfahrung gesenkt werden.

Dieses Handbuch behandelt die folgenden Themen:

- Eine Einführung in Kameras für akustische Bildgebung und ihre Funktionalität
- Die Vorteile der akustischen Bildgebung zur Lokalisierung und Messung von Druckluftlecks, mechanischen Fehlern und Teilentladungen
- Anleitung zur Auswahl der richtigen Kamera für akustische Bildgebung
- Schrittweise Anleitungen zur Durchführung von Inspektionen unter Verwendung akustischer Bildgebung.



Ultraschallkameras zeigen (von links nach rechts): Druckluftleck, mechanischen Fehler und Teilentladung.

2

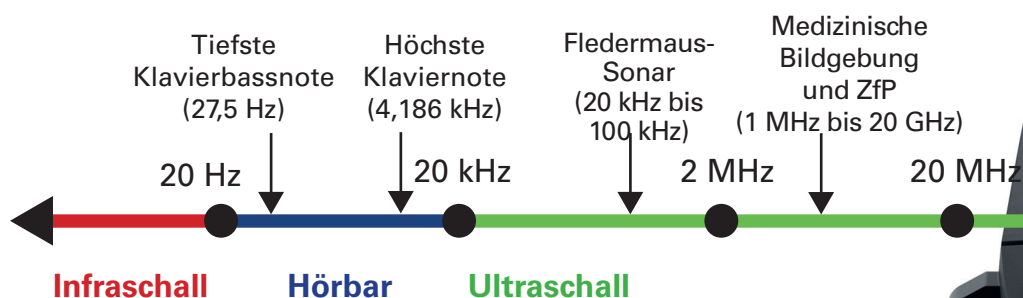
DIE AKUSTIKKAMERA UND WIE SIE FUNKTIONIERT

Eine Kamera für akustische Bildgebung, auch als industrielle Ultraschallbildkamera bezeichnet, ist ein tragbares Gerät, das akustische Schall- und Ultraschallquellen sichtbar macht.

Was ist Ultraschall?

Unter Ultraschall versteht man Schallwellen, die sich in der Luft mit Frequenzen jenseits der oberen Grenze des menschlichen Hörvermögens bewegen, die bei gesunden jungen Erwachsenen bei etwa 20 kHz liegt.

Ultraschall ist zwar nicht von Natur aus anders, unterscheidet sich aber von anderen Schallwellen dadurch, dass er für das menschliche Ohr unhörbar ist. Die Prinzipien, die diese Wellen steuern, sind in allen Frequenzbereichen gleich. Geräte, die Ultraschall nutzen, können in einem Spektrum arbeiten, das bei 2 kHz beginnt und sich bis zu mehreren GHz erstreckt, also Hunderte Male über die Grenzen des menschlichen Hörvermögens hinausgeht.



Ungefähre Frequenzen gängiger Geräusche.





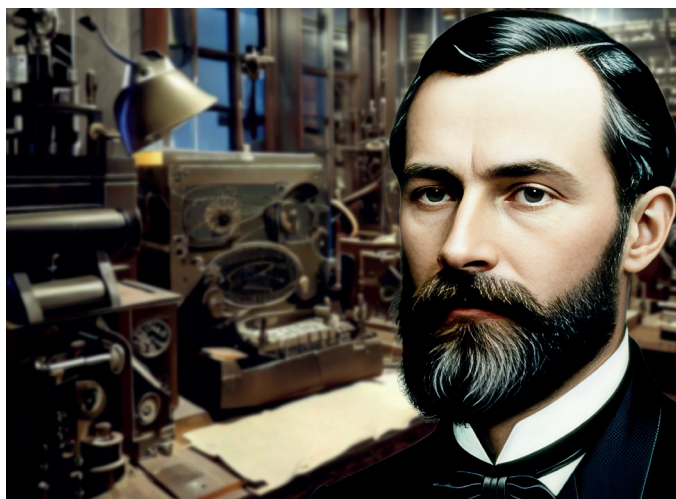
Wie funktioniert eine Kamera für akustische Bildgebung?

Eine Kamera für akustische Bildgebung verwendet hörbare und Ultraschallwellen, um Probleme in elektrischen und mechanischen Systemen sowie in Systemen für komprimierte Gase und Vakuumsystemen zu erkennen, zu lokalisieren und zu messen, die mit herkömmlichen Methoden oft nicht leicht zu erkennen sind.

Kameras für akustische Bildgebung verwenden eine Reihe von Mikrofonen, um die Position von Schallquellen zu triangulieren und eine Schallvisualisierungskarte zu erstellen. Die lautesten Geräuschquellen auf der Karte werden dann auf einem visuellen Kamerabild überlagert.

Das Grundprinzip der meisten Kameras für akustische Bildgebung ist das Beamforming. Beamforming konzentriert sich auf den Schall aus einer bestimmten Richtung und reduziert die Hintergrundgeräusche aus anderen Richtungen. Mithilfe dieser Technik erstellen Kameras für akustische Bildgebung ein detailliertes akustisches Porträt, mit dem Benutzer Ultraschalldaten auch in lauten Umgebungen visualisieren können.

Elektronische Rauschfilter und KI-Modelle werden eingesetzt, um Hintergrundgeräusche weiter zu eliminieren und die Lage und Größe einer Geräuschquelle sowie die Art des Geräusches eindeutig zu bestimmen.



Der deutsche Erfinder und Physiker Karl F. Braun demonstrierte 1905 erstmals das Beamforming.

3

WARUM AKUSTISCHE BILDGEBUNG?

Wenn man sich die Entwicklung der Wärmebildtechnik vor Augen führt (das erste kommerzielle Gerät wurde 1965 von dem Unternehmen verkauft, aus dem später FLIR hervorging), kann man eine Parallele zur akustischen Bildgebung ziehen. Beide Technologien dienen der Erkennung von Dingen, die sich den menschlichen Sinnen normalerweise entziehen, und ermöglichen ein proaktives Eingreifen, bevor Systeme ins Stocken geraten oder ausfallen.

Früherkennung potenzieller Ausfälle

Fachleute aus den Bereichen Versorgung, Fertigung sowie Öl und Gas nutzen die akustische Bildgebung, wenn sie zur genauen Schall- oder Geräuschquelle geführt werden müssen.

Beispiele für den Einsatz von Kameras für akustische Bildgebung reichen von der Geräuschanalyse in Autos, Flugzeugen und Zügen bis hin zur Erkennung von Leckagen in Druck, Luft-, Gas-, Dampf- und Vakuumsystemen.

Darüber hinaus können Kameras für akustische Bildgebung Teilentladungen in Bauteilen wie Isolatoren, Transformatoren, Schaltanlagen und Hochspannungsleitungen erkennen und lokalisieren.

Akustische Bildgebung findet Leckagen genauer als herkömmliche Verfahren

Kameras für akustische Bildgebung der Si-Series von FLIR nutzen maschinelles Lernen, um die andere Charakteristik des durch Leckagen verursachten Schallmusters von den Hintergrundgeräuschen zu unterscheiden. Genau so wie Sie unterscheiden können, ob derselbe Ton auf einer Mundharmonika oder einer Glocke gespielt wird. Dies kombiniert mit der Möglichkeit, das Leck tatsächlich auf einem Bildschirm zu sehen, können die Techniker Lecks fast unverzüglich lokalisieren.



Moderne Wärmebildkameras und Kameras für akustische Bildgebung sind klein, leicht und benutzerfreundlich.

Wenn Druckluft in die Atmosphäre entweicht, kann es schwierig sein, sie mit einer anderen Methode als Ultraschall zu finden. Mit einem fortschrittlichen Ultraschallsystem kann es ganz einfach sein. Hintergrundgeräusche können sehr effektiv herausgefiltert werden, sodass eine gute Ultraschalllösung wie die FLIR Si-Series auch unter lauten Bedingungen funktioniert.

Akustische Bildgebung zahlt sich aus

Die finanzielle Begründung für einen proaktiven Umgang mit Leckagen und Teilentladungen ist einfach: Es erweist sich als weitaus kostengünstiger und weniger störend, Probleme zu erkennen und anzugehen, geplante Ausfallszeiten strategisch zu planen und notwendige Reparaturen und den Austausch von Isolatoren und elektrischen Komponenten vorzunehmen.

Die Kameras für akustische Bildgebung von FLIR zur Erkennung von Leckagen können Ihre Energieeinsparungen berechnen, während Sie noch vor Ort sind. So sehen Sie sofort, wie schnell sich Ihre Investition bezahlt macht. Die Kamera für akustische Bildgebung von FLIR für Teilentladungen hingegen nutzt künstliche Intelligenz (KI), um den Schweregrad und die Art der auftretenden Teilentladung zu bewerten. Die KI-Komponente unterscheidet außerdem zwischen verschiedenen Formen der Teilentladung wie Lichtbogen, Korona und Oberflächenentladung. Jeder Typ weist unterschiedliche Merkmale auf und hat Auswirkungen auf die Integrität elektrischer Systeme.



Die Kamera für akustische Bildgebung FLIR Si2 berechnet die Größe und die Kosten einer Leckage.

4

EINSATZ VON AKUSTISCHER BILDGEBUNG FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN

Kameras für akustische Bildgebung für industrielle Anwendungen sind leistungsstarke und nicht invasive Instrumente zur Überwachung und Diagnose des Zustands von elektrischen und mechanischen Installationen und Komponenten. Mit einer Kamera für akustische Bildgebung lassen sich Probleme bereits früh erkennen, dokumentieren und beheben, bevor sie schwerwiegendere Folgen und teurere Reparaturen nach sich ziehen.

Einsatz der akustischen Bildgebung:

elektrische Störungen

- Teilentladung
- Koronaentladung

Mechanik

- rotierende Anlagen
- Riemen, Lager und Förderbänder

Luft- und Gaslecks

- Druckluft
- Dampfsysteme
- Argon, Helium, Methan, CO₂ und mehr ...

In diesem Abschnitt werden verschiedene Möglichkeiten untersucht, wie Kameras für akustische Bildgebung in verschiedenen industriellen Aufgabenbereichen eingesetzt werden können. Ihre Anwendungen lassen sich insbesondere in die Kategorien „Leckerkennung“ (Leak Detection, LD) und „Teilentladungserkennung“ (Partial Discharge, PD) einteilen. Wir wollen uns diese Kategorien genauer ansehen, um ihre Bedeutung und Anwendung in der Industrie zu verstehen.



Die Si2-Kamera von FLIR erkennt, bewertet und misst elektrische Defekte, mechanische Probleme sowie Luft- und Gasleckagen.

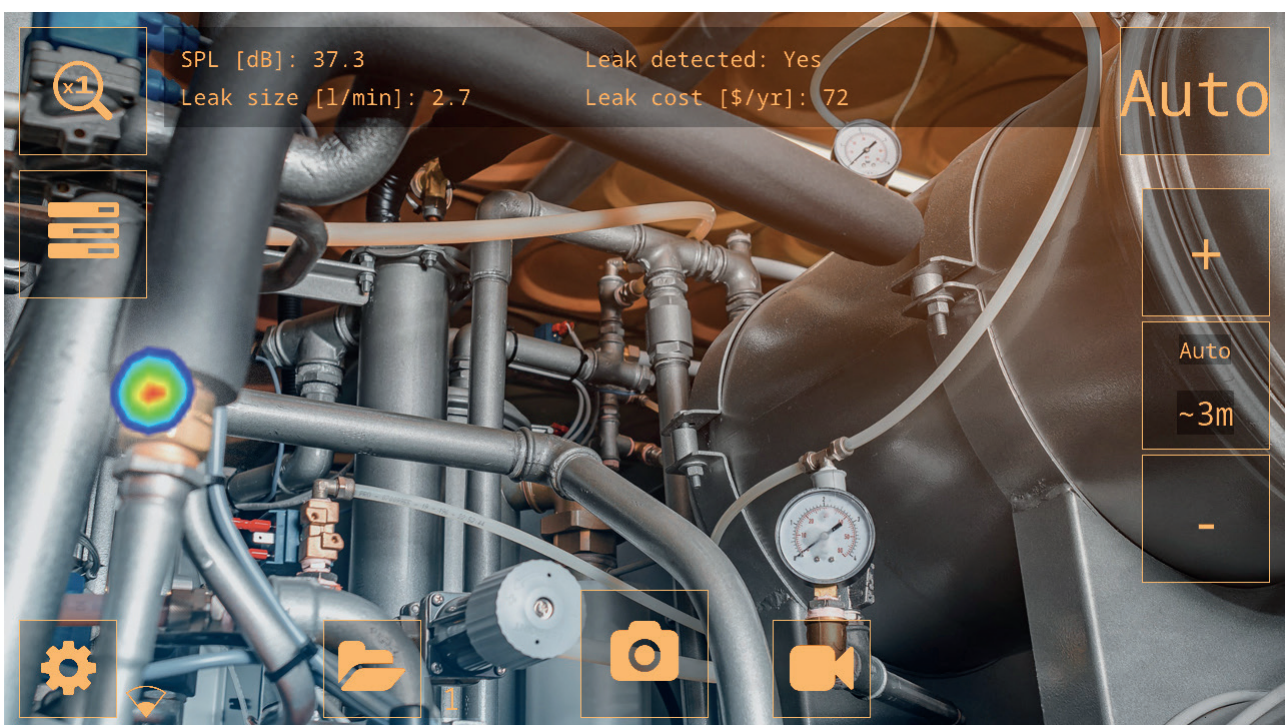
Erkennung von Lecks in Druckluft-, Vakuum-, CO₂- und sonstigen Gasleitungen

Die hohen Energiekosten haben enorme Auswirkungen auf die Geschäftsergebnisse von Unternehmen, insbesondere bei Herstellern, die Druckluft- und Vakuumanlagen nutzen oder in ihrem Produktionsprozess Gase wie Kohlendioxid verwenden. Wenn diese Anlagen Lecks aufweisen, dann ist das so, als würde zusammen mit der Luft bares Geld entweichen. Lecks im System erkennen zu können, die Quelle zu lokalisieren und sogar den damit verbundenen Energieverlust zu berechnen, ist also entscheidend.

Die Geräte der Si-Serie von FLIR sind Kameras zur Leckerkennung mit Hilfe der akustischen Bildgebung: Die perfekte Lösung, mit der Sie Lecks in Druckluftsystemen, Fehler in Vakuumanlagen und Spezialgaslecks lokalisieren können. Unabhängig davon, für welches Modell der Si-Series Sie sich entscheiden, mit diesen leichten, einhändig zu bedienenden Kameras können Sie Effizienzverluste sowie potenzielle Ausfälle bis zu zehnmal schneller erkennen als mit herkömmlichen Verfahren und mit nur einem Mindestmaß an Ausbildung.

Beispiele für Lecks in Systemen, die mit akustischer Bildgebung erkannt werden können:

- Druckluftlecks
- Lecks in Leitungen mit komprimierten Gasen wie CO₂, Helium, Ammoniak, Wasserstoff, Methan, Stickstoff und Argon
- Prüfung von Behältern, z. B. Dichtheitsprüfungen von Versand- und anderen Behältern
- Dampflecks in Gebäudeheizungs- und Stromerzeugungsanlagen
- Vakuumsysteme



Die Si2-Kamera von FLIR erkennt und lokalisiert Leckagen und berechnet deren Größe und Kosten.

Akustische Bildgebung zur Erkennung von mechanischen Fehlern

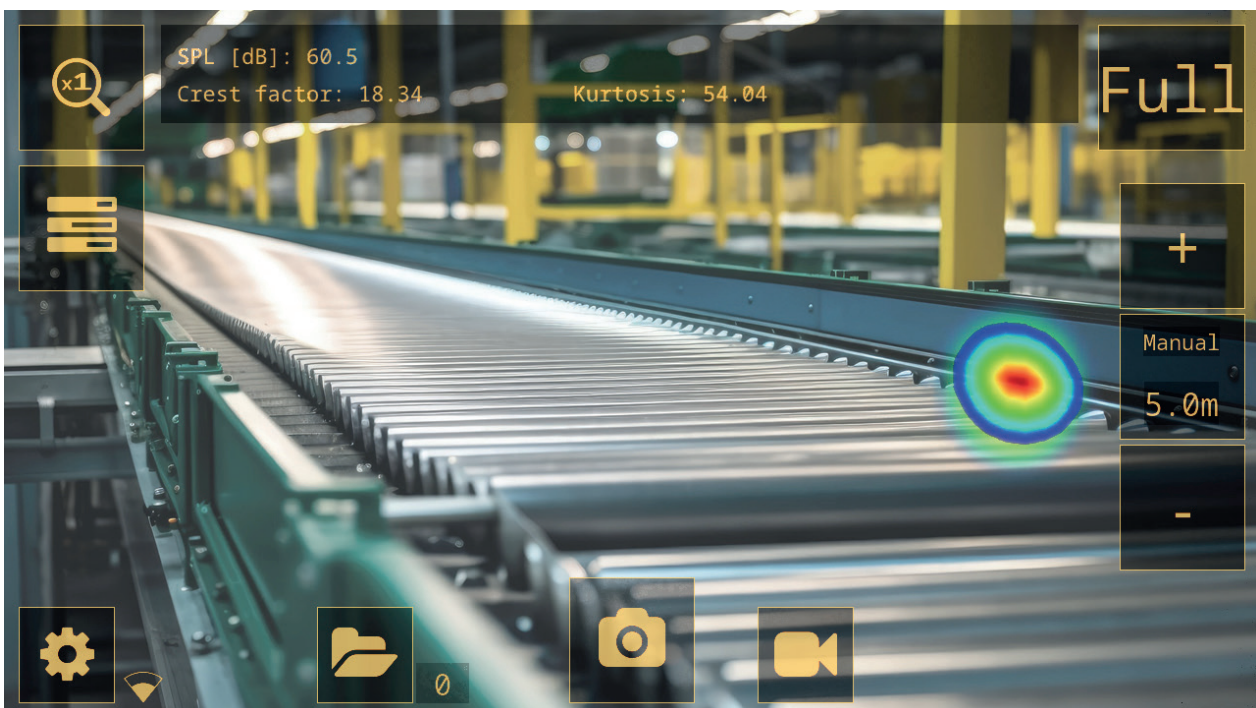
Akustische Bildgebung für die Erkennung mechanischer Fehler ist eine innovative Technik, die schallbasierte Technologie verwendet, um Fehler in mechanischen Systemen zu erkennen, zu lokalisieren und zu analysieren. Dieser Ansatz ist besonders wertvoll für die vorbeugende Instandhaltung und die Zustandsüberwachung, da er eine frühzeitige Erkennung von Anomalien ermöglicht, bevor sie sich zu ernsthaften Ausfällen entwickeln.

Durch die genaue Lokalisierung von Fehlern reduziert die akustische Bildgebung die Notwendigkeit umfangreicher manueller Inspektionen und Demontagen, wodurch Zeit und Arbeitskosten gespart werden. Darüber hinaus trägt die frühzeitige Erkennung von Fehlern dazu bei, katastrophale Ausfälle zu verhindern, die Lebensdauer der Geräte zu verlängern und die betriebliche Effizienz insgesamt zu verbessern.

Beispiele für mechanische Fehler, die mit akustischer Bildgebung erkannt werden können:

Rotierende Ausrüstungen in der Industrie, z. B.:

- Kugellager
- Rollen
- Förderbänder
- Riemenscheiben
- Kompressoren
- Motoren



Die Si2-Kamera von FLIR erkennt und lokalisiert einen mechanischen Fehler.

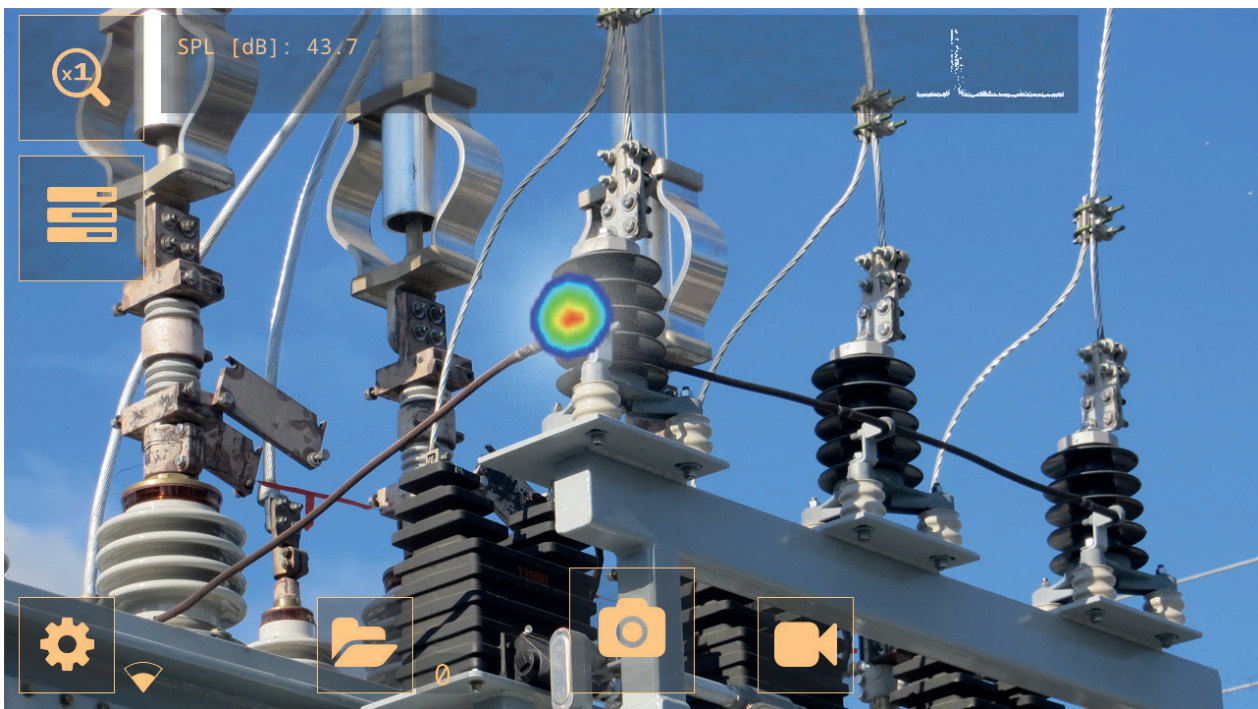
Halten Sie Ihre Hochspannungsgeräte in perfektem Zustand

Bei elektrischen Hochspannungsgeräten (HS) stellt die Teilentladung (TE oder PD – Partial Discharge) eine unsichtbare Bedrohung dar, die kritische Infrastrukturen in Mitleidenschaft ziehen kann. Bleiben TE wie Lichtbögen, Korona- und Oberflächenentladungen unentdeckt, besteht die Gefahr von Netzunterbrechungen, die zu Notreparaturen führen können. Die Kosten für solche Reparaturen können sich für abgelegene Standorte auf Millionen von Dollar summieren und sind um ein Vielfaches teurer als geplante Reparaturen.

Diese nicht invasive Methode ermöglicht eine Überwachung in Echtzeit, sodass die Wartungsteams Probleme mit Teilentladungen frühzeitig erkennen können, bevor sie sich zu ernsthaften Problemen ausweiten. Durch die präzise Lokalisierung der Teilentladungen reduziert die akustische Bildgebung die Notwendigkeit umfangreicher manueller Inspektionen und minimiert das Risiko ungeplanter Ausfälle. Dieser proaktive Ansatz gewährleistet nicht nur die Zuverlässigkeit und Sicherheit der elektrischen Infrastruktur, sondern führt auch zu erheblichen Kosteneinsparungen, da teure Notreparaturen vermieden und betriebliche Ausfallzeiten reduziert werden.

Beispiele für Teilentladungen, die mit akustischer Bildgebung erkannt werden können:

- Koronaentladung an Hochspannungsleitungen
- Oberflächenentladung an Isolatoren und Buchsen
- Interne Entladung in Transformatoren und Schaltanlagen
- Nachlauf und Lichtbogenbildung in elektrischen Anschlüssen
- Teilentladung in Kabelverbindungen und Anschlüssen



Die Si2-Kamera von FLIR erkennt und lokalisiert Teilentladungen.

5

AUSWAHL DER RICHTIGEN AKUSTIKKAMERA

Bei der Auswahl einer geeigneten Kamera für akustische Bildgebung sind sechs wichtige Anforderungen zu berücksichtigen.

1. **Ergonomie**
2. **Einfacher Workflow**
3. **Unterstützung bei Entscheidungen**
4. **Dynamische Leistung**
5. **Software, die so wie Sie arbeitet**
6. **Intelligente Analytik**
7. **Benutzerfreundlichkeit des Tools**

1 ERGONOMIE

Für den sicheren Betrieb eines Handgeräts ist es unerlässlich, dass das Scannen mit einer Hand durchgeführt wird, damit die andere Hand zum Festhalten am Geländer oder zum Justieren von Sicherheitsausrüstung wie Schutzhelmen oder Brillen zur Verfügung zu steht. Eine freie Hand sorgt außerdem für eine einfache Dokumentation über den Touchscreen, um eine genaue Identifizierung der Ziele und eine schnelle Berichterstattung zu gewährleisten.

2 EINFACHER WORKFLOW

Die meisten Benutzer von Kameras für akustische Bildgebung nehmen Bilder auf, die auf die Server ihres Unternehmens übertragen und gespeichert werden, um sie für die Erstellung von Arbeitsaufträgen, Schulungen und Problemtrends zu verwenden. Die Bildübertragung sollte durch das automatische drahtlose Hochladen von Bildern in ein Online-Datenportal einfach sein. USB-Übertragungen sollten zwar möglich sein, aber aufgrund der zunehmenden Erkenntnis von Schwachstellen bei Cyberangriffen wird die Datenübertragung über USB oder SD-Karten zu einem hohen Risiko.

Die gemeinsame Nutzung von Daten innerhalb von Inspektionsteams und im gesamten Unternehmen sollte ebenfalls unterstützt werden, während die Verwaltung des Werkzeugbestands den Vorgesetzten die Möglichkeit bietet, nicht ausgelastete Werkzeuge zu lokalisieren oder sicherzustellen, dass die Ausrüstung aktualisiert wurde. Das wiederum maximiert die Investitionsrendite und trägt dazu bei, zusätzliche Werkzeuganschaffungen oder eine Erweiterung des Inspektionsprogramms zu rechtfertigen.

Schließlich ist die Speicherung der Daten in einer Datenbank der Schlüssel zur Zukunftssicherheit des akustischen Prüfprogramms.



3 UNTERSTÜTZUNG BEI ENTSCHEIDUNGEN

Die Entscheidungsunterstützung im Werkzeug und in der Software ist entscheidend, um Lücken in der Benutzererfahrung und den Schulungen zu überwinden und unerfahrenen Anwendern zu ermöglichen, die Anlagenproduktivität effektiv zu verbessern und gleichzeitig die Sicherheitsrisiken zu reduzieren.

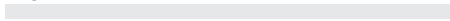
Die Quantifizierung von Druckluft- und Industriegaslecks, einschließlich der geschätzten Leckkosten, hilft Wartungsabteilungen, Reparaturen zu priorisieren, und erleichtert es Wartungsmanagern, die Auswirkungen ihres Teams auf das Geschäftsergebnis eines Unternehmens zu belegen.

Durch die Bereitstellung von Tools zur Analyse mechanischer Geräusche, die über die Lautstärke hinausgehen, können die Inspektoren feststellen, ob ein Lager oder ein anderes Teil von rotierenden Ausrüstungsgegenständen im Laufe der Zeit verschleißt.

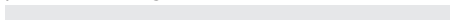
Probleme bei der Teilentladung können für neue Inspektoren mit herkömmlichen Techniken schwierig zu diagnostizieren sein, was zu Unsicherheit oder mangelnden Korrekturmaßnahmen führt. Akustische Bildgeber, die nicht nur Probleme mit der Teilentladung lokalisieren, sondern auch nach Typ klassifizieren, den Schweregrad des Problems bewerten und eine klare Vorgehensweise zur Korrektur bieten, beseitigen diese Unsicherheit und ermöglichen es Wartungsmanagern, schnelle, effektive Entscheidungen zu treffen, um die Wartungskosten zu senken oder sogar katastrophale Geräteausfälle zu vermeiden.

Partial discharge type

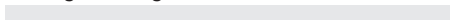
negative corona:



positive and negative corona:



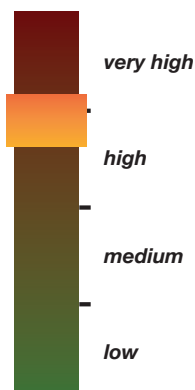
floating discharge:



surface or internal discharge:



Severity



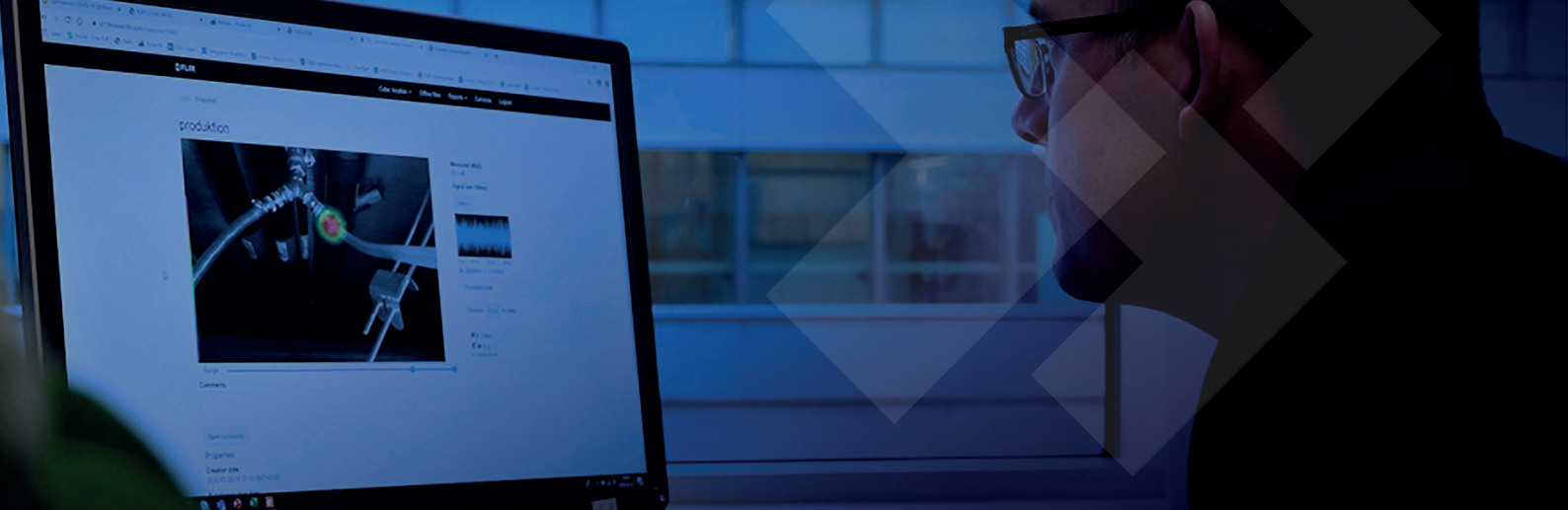
Description:

This is classified as a surface or internal discharge. At this stage, the discharge appears to be of moderate strength. It will progress over time and lead to complete insulation breakdown.

Recommendation:

Visual inspection. Cleaning of polluted surfaces. Repair or replacement of damaged components

Entscheidungshilfe für Teilentladungen umfasst den Typ der Teilentladung und das Vertrauen auf die richtigen Informationen zusammen mit der Schweregradeinstufung der Teilentladung



4 DYNAMISCHE LEISTUNG

Je nach Anlage, Komponente oder Gas können kleine Probleme manchmal genauso kritisch sein wie große. Die Inspektoren führen jedoch in der Regel keine große Leckageprüfung durch und gehen dann sofort den gleichen Weg, um nach kleinen Lecks zu suchen: Sie wollen alle Lecks bei derselben Inspektion zur gleichen Zeit sehen.

Deshalb ist es wichtig, sowohl große als auch kleine Lecks, mechanische Geräusche oder Teilentladungen zu erkennen, ohne den Modus zu wechseln, was die Prüfzeiten unterbricht und verdoppelt.

5 SOFTWARE, DIE SO SIE WIE SIE ARBEITET

Die Softwareanforderungen variieren. Einige Benutzer bevorzugen eine möglichst weitgehende Integration in das Tool, während andere möchten, dass die Analyse und Berichterstattung einfach, kostenlos und ohne Computerinstallation ablaufen. Noch mehr Benutzer brauchen vor Ort eine Software, die aufgrund restriktiver IT-Richtlinien keine Verbindung zu einem Drittanbieter von Cloud-Diensten herstellen darf.

Ein weiterer Faktor kann der Wunsch sein, Ihre Ultraschallbildgebungs- und Thermographieinspektion in einem

Softwarepaket, einem Bericht oder vielleicht sogar auf derselben Seite zu kombinieren, damit Sie ein Problem direkt auf zweierlei Weise vergleichen können.

Unabhängig von Ihrer Situation ist es wichtig, ein System zu wählen, das die richtigen Anforderungen für Ihr Unternehmen erfüllt und mit Ihnen wächst, wenn Ihr prädiktives Wartungsprogramm ausgereifter wird.



*Das FLIR Si-Series
Plugin für FLIR
Thermal Studio*



6 INTELLIGENTE ANALYTIK
 Alte Ultraschalltechnologie erkennt Probleme über den Frequenzabgleich, aber es gibt eine andere, effektivere Technologie, die die aktuellen Fortschritte in den Bereichen Rechenleistung und maschinelles Lernen nutzt. Die Kameras für akustische Bildgebung von FLIR nutzen maschinelles Lernen, um die Eigenschaften von anderen Geräuschen als Frequenzen in ähnlicher Weise zu unterscheiden, ähnlich wie auch Sie zwischen den Geräuschen unterscheiden können, die von zwei verschiedenen Musikinstrumenten erzeugt werden, die dieselbe Note (d. h. Frequenz) abspielen. Bei der Si-Series von FLIR lässt sich leicht zwischen einem Luftleck und einem Hintergrundgeräusch der Maschine unterscheiden, da diese beiden Quellen im Vergleich zu einer Harmonika so unterschiedlich klingen wie eine Glocke.

Darüber hinaus erleichtert maschinelles Lernen die Bedienung des Tools für die Teilentladungsanalyse erheblich. Experten für die Erkennung von Ultraschallfehlern haben die Daten „markiert“ und bieten Informationen zur Schwere des Problems und geeignete Korrekturmaßnahmen. Infolgedessen profitieren Sie von deren Expertenwissen, ohne dass Sie sich tagelang ausbilden und Hunderte von Stunden üben müssen. Dies ähnelt in vielerlei Hinsicht den Sprachübersetzungs-Apps auf Ihrem

Smartphone, die Text für Sie übersetzen, ohne dass Sie Jahre damit verbringen müssen, eine neue Sprache zu lernen.

7 BENUTZERFREUNDLICHKEIT DES TOOLS
 Robustheit, Staub- und Feuchtigkeitsresistenz und die Möglichkeit, die Akkus schnell zu wechseln, sind die Schlüsselkomponenten, die ein geeignetes Tool von einem ungeeigneten unterscheiden.

Achten Sie auf die Schutzart IP54 für Staub und Feuchtigkeit, die Robustheitsprüfung durch Falltests und intelligente Akkus, die vor Ort leicht ausgetauscht werden können.



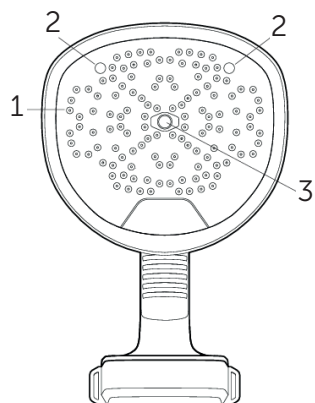
Akku Si2

6

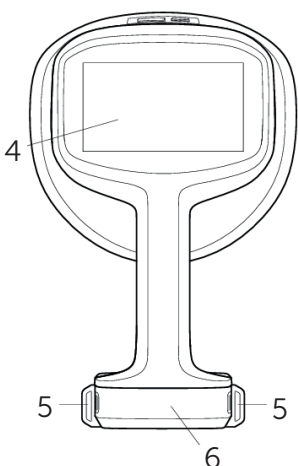
SO FÜHREN SIE INSPEKTIONEN MITHILFE AKUSTISCHER BILDGEBUNG DURCH

Die Kamera für akustische Bildgebung wurde geliefert und die Inspektion kann beginnen. Aber wo fangen Sie an? In diesem Abschnitt des Handbuchs werden einige Methoden der akustischen Bildgebung vorgestellt, um Ihnen die ersten Schritte zu erleichtern.

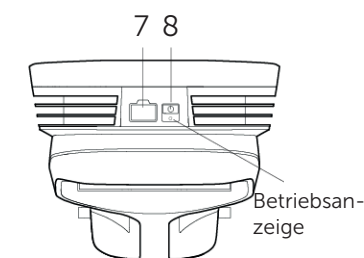
Frontansicht



Rückansicht



Ansicht von oben



Allgemeine Einrichtung

Auspacken und sich mit dem Gerät vertraut machen

Nehmen Sie sich ein paar Minuten Zeit, um die Kamera für akustische Bildgebung kennenzulernen.

Anatomie der Kamera für akustische Bildgebung von FLIR

1. Mikrofon-Array: Erkennt Geräusche, die Ihre Ohren in lauten Umgebungen nicht wahrnehmen können.

2. LED-Leuchten: Beleuchten Sie schwach beleuchtete Bereiche mit den integrierten LED-Leuchten.

3. Digitalkamera: Kamera

4. LC-Display: Auf dem farbigen Touchscreen können Sie Ihre persönlichen Einstellungen vornehmen, Dateien speichern und Auswahlen treffen.

5. Befestigungen für Umhängebänder: Befestigen Sie das mitgelieferte Umhängeband für eine einfachere und sicherere Handhabung.

6. Akkuabdeckung: Auf der Rückseite im unteren Bereich. Ihre Kamera wird mit einem voll aufgeladenen Akku geliefert.

7. USB-Anschluss: Verwenden Sie einen USB-C-Anschluss, um Bilder und Videos auf Ihren Computer zu übertragen.

8. Ein/Aus-Taste: Zum Einschalten 2 Sekunden gedrückt halten. Drücken Sie zum Ausschalten einmal und tippen Sie dann auf dem Bildschirm auf „OK“

Einrichtung der Kamera

Ersteinrichtung

Sie können die Kamera so einrichten, dass Bilder in den FLIR Acoustic Camera Viewer hochgeladen werden. Wenn das automatische Hochladen aktiviert ist, sendet Ihre Kamera der Si-Series automatisch neue Snapshots und Videos an Ihr FLIR Acoustic Camera Viewer-Konto. Sie können Dateien auch manuell hochladen. Um Snapshots und Videos hochzuladen, müssen Sie die Kamera mit dem Internet verbinden und mit einem FLIR Acoustic Camera Viewer-Konto koppeln.

Modusauswahl

Wählen Sie den entsprechenden Modus aus den Einstellungen aus:

- Leckerkennung: Erkennt Druckgas- und Vakuumleckagen
- Teilentladung: Erkennt elektrische Teilentladungen
- Mechanische Fehler: Identifiziert mechanische Fehler in Lagern und anderen Komponenten

Filtereinstellungen

Die Filter der Kamera sind wie ein fein abgestimmtes Radio, das sich auf die Geräusche konzentriert, die Ihnen wichtig sind, und die Hintergrundgeräusche ausblendet. Jeder Filter verengt den Frequenzbereich, sodass Sie nur Dinge auf dem Bildschirm sehen, die von Interesse sind. Endlich keine Ablenkungen mehr. Freuen Sie sich auf echte Präzision!

- Automatische Filterauswahl: Der Auto-Filter ist wie ein persönlicher Assistent für Ihre Inspektionen. Er wählt automatisch den perfekten Filter für alles, was Sie tun, und eliminiert Industriegeräusche, indem er die Umgebung berücksichtigt.
- Manuelle Filterauswahl: Im Modus Mechanical wählen Sie den Filter manuell aus. In den Modi zur Leckerkennung und zur Erkennung von Teilentladungen kann die manuelle Filterauswahl nützlich sein, wenn in der Umgebung erhebliche Störungen auftreten. Denken Sie daran, dass der am besten geeignete Filter nicht nur von der eigentlich untersuchten Geräuschquelle, sondern auch vom Hintergrundrauschen abhängen kann.

Filter: Feinabstimmung Ihrer Inspektionen

- Auto: Wählt automatisch den besten Filter aus.
- Norm (10 kHz bis 65 kHz): Entfernt sehr niedriges und hochfrequentes Hintergrundrauschen in den Modi für Teilentladungen und mechanische Fehler.
- Hoch (20 kHz bis 65 kHz): Filtert die meisten Hintergrundgeräusche heraus und bietet einen guten Erfassungsbereich.
- Ultra (30 kHz bis 130 kHz): Ideal für starke Hintergrundgeräusche über kurze Entfernungen.
- Voll (2 kHz bis 130 kHz): Verwendet den gesamten Bereich, für erfahrene Benutzer.

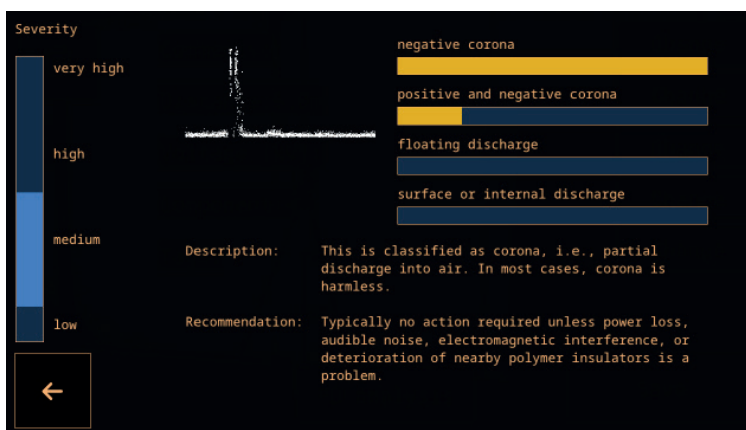
Durchführung der Inspektion

1. Scannen: Machen Sie sich bereit, diese schwer fassbaren Fehler einfach zu finden.

- Multi-Source-Modus: Verwenden Sie diesen Modus, um große Bereiche schnell zu scannen und mehrere Schallquellen zu identifizieren.
- Single-Source-Modus: Wechseln Sie in diesen Modus, um die erkannten Schallquellen genau zu überprüfen.
- Richten Sie die Kamera auf den Zielbereich (z. B. Druckgassysteme, elektrische Komponenten, mechanische Teile) und bewegen Sie sie ruhig und gleichmäßig über das Ziel.

2. Datenerfassung: Dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse mit nur einem Klick.

- Snapshots: Tippen Sie auf die Schaltfläche Capture (Erfassen), um einen Snapshot des aktuellen Bildes und des akustischen Bildes zu machen.
- Videos: Tippen Sie auf die Schaltfläche Record (Aufzeichnen), um die Aufzeichnung zu starten, und tippen Sie erneut, um die Aufzeichnung zu stoppen.
- Kennzeichnungen: Fügen Sie Textkommentare über die Touchscreen-Tastatur oder QR-Code hinzu



Dieses Bild zeigt die Ergebnisse einer Teilentladungsprüfung, die von der Kamera nach der Analyse eines Snapshots angezeigt wird.

3. Ergebnisprüfung: Analysieren Sie Ihre Daten, um Probleme und deren Schwere zu ermitteln.

- Leckerkennung: Die Kamera zeigt die Leckgröße und Kostenschätzungen an.
- Teilentladung: Die Kamera zeigt ein PRPD-Muster (Phase-Resolved Partial Discharge), Analyseergebnisse und Empfehlungen an.
- Mechanische Fehler: Die Kamera zeigt den Schalldruckpegel (Sound Pressure Level, SPL), den Scheitelfaktor und die Kurtosis an. Vergleichen Sie diese Metriken mit Komponenten in gutem Zustand.

Cheatsheet für Ergebnisse

Schalldruckpegel (SPL): Misst die Stärke eines Geräusches. Ein höherer SPL weist auf potenzielle Fehler hin.

Ergebnisse der Analyse mechanischer Fehler

- Scheitelfaktor: Verhältnis der Spitzenamplitude zum RMS-Wert. Lager in gutem Zustand ≈ 5 . Entwicklung von Fehlern wenn ≥ 6 .
- Kurtosis: Misst die Verteilung von Schallsignalproben. Lager in gutem Zustand ≈ 0 . Fehlerhafte Lager ≥ 2 .
- Fehlerzustand: Qualitative Bewertung mechanischer Fehler

Ergebnisse der Teilentladungsfehleranalyse

- PRPD-Muster: PRPD-Muster (Phase-Resolved Partial Discharge) zur Identifizierung der Entladungsaktivität.
- Typen: Negative Koronaentladung, positive und negative Koronaentladung, massefreie Entladung, Oberflächen- und Innenentladung.
- Schweregradleiste: Zeigt den Schweregrad der erkannten Teilentladung an.
- Beschreibung: Art der Teilentladung.
- Empfehlung: Vorgeschlagene Maßnahmen basierend auf dem Schweregrad.

Ergebnisse der Leckerkennungsanalyse

- Leck erkannt: Weist auf eine erkannte Leckage hin
- Größe des Lecks: Geschätzte Größe des erkannten Lecks.
- Leckkosten: Geschätzte jährliche Kosten der erkannten Leckage.



Berichterstellung und Analyse

Datenverwaltung:

- **Option 1** Hochladen in den FLIR Acoustic Camera Viewer: Verbinden Sie die Kamera mit dem Internet und koppeln Sie sie mit Ihrem Konto beim FLIR Acoustic Camera Viewer. Laden Sie Snapshots und Videos in den Cloudservice hoch, um weitere Analysen und Berichte zu erstellen.
- **Option 2** Export auf USB-Stick: Verwenden Sie den mitgelieferten USB-Stick, um Dateien zu übertragen. Stecken Sie den USB-Stick in die Kamera und befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm, um die Übertragung abzuschließen.

Verwendung des FLIR Acoustic Camera Viewers:

- Zugriff: Melden Sie sich über einen Webbrowser auf Ihrem Computer oder Mobilgerät bei Ihrem Konto beim FLIR Acoustic Camera Viewer (acousticviewer.flir.com) an.
- Analysieren: Verwenden Sie den Viewer, um erkannte Leckagen, Teilentladungen und mechanische Fehler weiter zu analysieren. Der Viewer ermöglicht eine detaillierte Auswertung und hilft, die genaue Position der Probleme zu bestimmen.
- Organisieren: Erstellen Sie Ordner, um Bilder und Videos zu organisieren. Verwenden Sie Anmerkungen, um Notizen über Ergebnisse, Zeitplanung oder andere nützliche Informationen hinzuzufügen.

Verwendung von FLIR Thermal Studio:

- Dateien importieren: Öffnen Sie Dateien (.nlz), die Sie vom FLIR Acoustic Camera Viewer heruntergeladen oder von einem USB-Speicherstick importiert haben.
- Analysieren: Momentaufnahmen und Videos anzeigen und analysieren. Die Software zeigt anwendungsspezifische Analyseergebnisse an und ermöglicht Einstellungsanpassungen.
- Berichtsmanagement: Verwenden Sie vordefinierte Vorlagen für akustische Berichte oder erstellen Sie benutzerdefinierte Vorlagen zur Erstellung detaillierter Inspektionsberichte.



***Si2-Pro** für die Erkennung und Analyse von Teilentladungen, Druckleckagen und mechanischen Fehlern*



***Si2-LD** zur Erkennung und Analyse von Drucklecks und von mechanischen Fehlern*



***Si2-PD** für die Erkennung und Analyse von Teilentladungen*



***Si124-LD Plus** für die Erkennung und Analyse von Druckluftleckagen*



* After product registration on www.flir.com

Technische Unterstützung oder Vertriebsunterstützung
finden Sie unter:

www.flir.com/about/general-inquiries

Alle technischen Angaben können sich jederzeit ohne vorherige Ankündigung ändern.

©Copyright 2024, Teledyne FLIR, LLC. Alle anderen Marken- und Produktnamen sind eingetragene Marken ihrer jeweiligen Rechteinhaber. Die dargestellten Bilder zeigen eventuell nicht die tatsächliche Auflösung der Kamera. Alle Bilder dienen nur zur Veranschaulichung. (Erstellt 08.2024)

Acoustic Imaging Guidebook 082024_A4.pdf

www.flir.com

NASDAQ: TDY

