

Mehr als nur bunte Bilder: Professionell ausgeführte thermografische Untersuchungen liefern wichtige Informationen.

Zustandsdiagnose als Anleitung zum Handeln

Thermografie als Werkzeug zur Umsetzung moderner Instandhaltungsstrategien

Die Vorteile der thermografischen Diagnostik kommen besonders bei der Umsetzung zustandsorientierter Instandhaltungsstrategien zum Tragen. Dabei müssen jedoch die Mittel klar auf die Ziele abgestimmt werden.

Damit die Produktion reibungslos läuft, muss eine qualifizierte und adäquate Instandhaltung von Betriebsmitteln und Anlagen gewährleistet sein. Und damit diese Instandhaltung nicht den von ihr geschaffenen Nutzen wieder ‚auffrisst‘, muss sie einer möglichst effizienten Strategie folgen.

Je klarer sich diese Erkenntnisse in der Industrie durchsetzen, desto offensichtlicher wird auch die Bedeutung der Technischen Diagnostik für die Wirtschaftlichkeit des jeweiligen Unternehmens. Denn mit dem Trend zur Anwendung zustandsorientierter Instandhaltungsstrategien steigt auch der Bedarf an aussagefähigen Informationen über den Anlagenzustand.

Derzeit werden hauptsächlich drei grundsätzlich verschiedene Strategien benutzt, die sich auch in ihrem Bedarf an

Technischer Diagnostik stark voneinander unterscheiden.

Bei der ereignisorientierten Instandhaltung, gemeinhin auch als ‚Feuerwehrstrategie‘ bezeichnet, spielt die Technische Diagnostik keine Rolle. Denn in diesem Falle werden die Betriebsmittel bis zu ihrem Ausfall genutzt und dann entweder repariert oder ausgewechselt.

Zeitorientierte Instandhaltung erlaubt nur nachträgliche Bewertung

Anders sieht es bei der zeitorientierten Instandhaltung aus. Hier lassen sich Methoden der Diagnostik in der Regel erst nach dem Ausbau einsetzen, um damit den Zustand der Betriebsmittel nachträglich zu bewerten.

Für die zustandsorientierte Instandhaltung schließlich spielt die Technische Diagnostik eine Schlüsselrolle. Denn zustandsorientierte Instandhaltung erfordert, dass die Betriebsmittel im laufenden Betrieb auch in kürzeren Zeitintervallen oder abhängig vom Ergebnis der vorherigen Diagnose inspiziert oder sogar permanent ‚online‘ überwacht werden.

Bei der Umsetzung zeitorientierter und zustandsorientierter Instandhaltungsstrategien hat sich insbesondere die Thermografie als eine geeignete und effektive Diagnosemethode erwiesen.

Ihr größter Vorteil besteht darin, dass sie die berührungslose und zerstörungsfreie Analyse und Dokumentation des Anlagen- und Bauteilzustands unter thermischer, elektrischer oder mechanischer Belastung ermöglicht. Temperaturverläufe und -verteilungen sind während des Betriebs schnell und genau erkennbar. Mithilfe fest installierter Infrarotkameras oder Pyrometer lässt sich schließlich auch die kontinuierliche Überwachung von Anlagen und Prozessen gewährleisten.

Thermografie hilft, Gefahren zu erkennen und Reparaturen zu planen

Die Gefahr von Ausfällen kann durch thermografische Untersuchungen sehr gut abgeschätzt werden. Reparaturmaßnahmen und die Ressourcenplanung für Material und Personal lassen sich dann ebenfalls einfacher beherrschen.



Von VdS Schadenverhütung empfohlen: Thermografiemessung mit einem getrennten System aus Bilddetektor und Bedien-Anzeige-Einheit, das die Inspektion auch von nicht direkt sichtbaren Teilen ermöglicht.

Die Technische Diagnostik – und damit auch deren wichtiger Bestandteil, die Thermografie – erfüllt somit wesentliche Aufgaben innerhalb des Konzepts der zustandsorientierten Instandhaltung.

Zustandsorientierte Instandhaltung schont Ressourcen und senkt Kosten

Dieses Konzept rückt immer mehr in den Fokus der Anwender, bietet es doch zahlreiche Vorteile wie Schonung von Ressourcen und Umwelt, Lebensdauerverlängerung der Betriebsmittel, Minimierung von Risiken für Störungen und Havarien, Verbesserung von Anlagensicherheit und Personenschutz.

Die thermografische Messung erfolgt an der ersten strahlungsundurchlässigen Fläche. Ein ‚thermischer Blick‘ in das Innere von Maschinen und Anlagen ist damit nicht möglich. Das flächige Infrarotbild erweist sich aber meist als brauchbarer als die punktförmigen Temperaturangaben von Pyrometern, denn Problemanalyse und Bewertung lassen sich mit der größeren Informationsmenge des Thermobildes leichter ausführen.

Infrarotkamerasysteme unterscheiden sich in ihrer thermischen und geometrischen Messgenauigkeit, ihrer Ausstattung mit Objektiven und Filtern, ihrer Robustheit und ihrem Handling.

Wird eine Infrarotkamera betriebsintern eingesetzt, so geschieht das in der Regel für eine konkrete wiederkehrende Messaufgabe. Diese bestimmt dann auch unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten die Auswahl, insbesondere das Preis-Leistungs-Verhältnis. Verschiedenartige Aufgaben lassen sich mit preiswerten Kameras nicht optimal erfüllen.

Der externe Dienstleister verfügt über mehrere Kamerasysteme. Damit ist er in der Lage, für jede Aufgabe das geeignete System einzusetzen. Seine fundierten Kenntnisse und seine Erfahrungen erwirbt er bei der Lösung unterschiedlicher Aufgaben bei vielen Kunden.

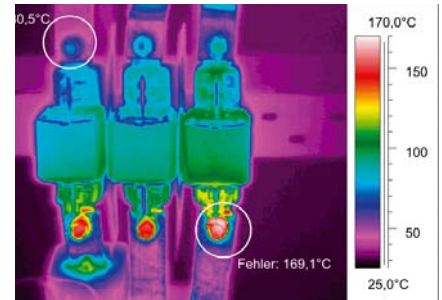
Das Vorhandensein dieses Know-how's kann er durch eine Zertifizierung nach EN 473-IT ‚Personal der zerstörungsfreien Prüfung – Infrarotthermografie‘ nachweisen. Dabei stellt die Stufe 3 die höchste Zertifizierungsstufe dar.

Ein Bereich, in dem die Thermografie traditionell besonders nutzbringend angewandt wird, ist die Untersuchung elektrischer Anlagen, die als ‚Elektrothermografie‘ bezeichnet wird.

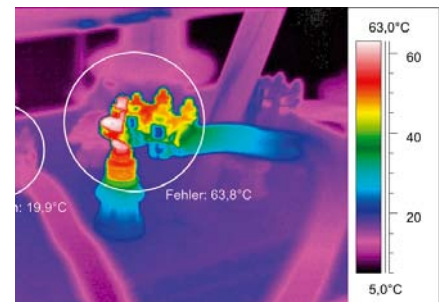
Defekte elektrische Verbindungen oder Bauteile, beispielsweise gebrochene Klemmteile oder Federringe, defekte oder fehlerhafte Kontakte oder Verbindungen, verschmutzte, korrodierte oder lose Schraub- und Klemmverbindungen, manifestieren sich in erhöhten Übergangswiderständen. Bei Belastung der Anlage, also bei Stromfluss, wird an diesen Stellen elektrische Energie in Wärme umgewandelt.

Die dabei auftretenden Temperaturerhöhungen lassen sich mit einer Infrarotkamera sicher erkennen. Damit dient Elektrothermografie zur:

- Früherkennung von Schwachstellen, Montagefehlern und Schäden;



Elektrothermografische Diagnose: defekte Schraubverbindung an einer NH-Sicherung.



Versteckter Fehler: defekter Anschluss an der Niederspannungsseite eines Transformators.

- Dokumentation von Anlagenzuständen und potenziellen Risiken;
- Reduzierung der Brandgefahren und Verminderung von Folgeschäden. Nach Angaben des GDV werden immerhin bis zu 30 % aller Brände in Industrieanlagen durch Defekte in elektrischen Anlagen ausgelöst.
- Erhöhung der Anlagensicherheit und -verfügbarkeit;
- Planung von Instandhaltungsmaßnahmen;
- Abnahme von Neuinstallationen.

Die VdS-Richtlinien regeln die Bewertung von Anlagendefekten

Seit 2004 regelt VdS Schadenverhütung das Verfahren ‚Elektrothermografie‘. In den VdS-Richtlinien 2858 (Verfahren, Anwenderhinweise), 2859 (Anerkennung von Sachverständigen) und 2860 (Untersuchungsbericht) sind die konkreten Festlegungen enthalten. Diese Richtlinien regeln auch die Einordnung thermografisch erkannter Fehler in Gefährdungsklassen, welche dem Betreiber Handlungsvorschläge wie beispielsweise ‚sofortige Reparatur erforderlich‘ oder ‚Reparatur zu einem späteren Zeitpunkt möglich‘ nahelegen.

Die Häufigkeit thermografischer Untersuchungen hängt vom Sicherheits- und Qualitätsstandard ab. Turnusmäßige Infrarot-Messungen werden meist jährlich durchgeführt, bei hohem Gefährdungspotenzial auch öfter. Empfohlen werden thermografische Inspektionen auch vor



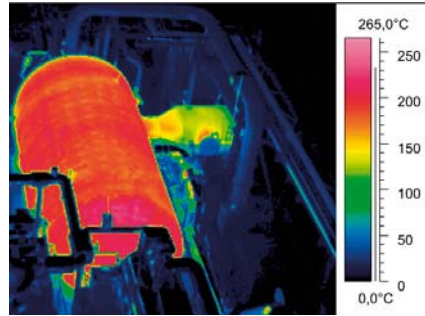
Thermografische Isolationsprüfung erforderlich: Rohrleitung in einem Chemiebetrieb mit erkennbarer mechanischer Schädigung.

geplanten Stillständen und unmittelbar nach Neuinstallationen.

Gefordert werden Kenntnisse in Thermografie und in Elektrotechnik

Im Bereich Elektrothermografie baut VdS Schadenverhütung mit ihrem Schulungs- und Anerkennungsverfahren auf der EN 473-IT Stufe 1 auf. Die Zertifizierung wird durch Vermittlung und Nachweis von Qualifikationen im Bereich der Elektrotechnik ergänzt.

Generell empfiehlt VdS Schadenverhütung, mit der Durchführung von elektrothermografischen Messungen diese VdS-erkannten Sachverständigen für



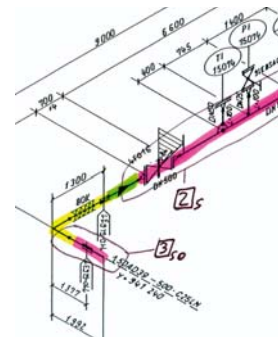
Lebensdauerprognose: Thermogramm einer Rückstandsverbrennungsanlage.

Elektrothermografie zu betrauen. In der Praxis zeigt sich, dass durch die sehr hohen Standards, welche die VdS-Richtlinie 2859 setzt, immer mehr Versicherungen und industrielle Betreiber auf die VdS-erkannten Sachverständigen für Elektrothermografie zurückgreifen.

Ein weiterer Bereich, in dem thermografische Methoden bereits seit längerer Zeit mit Erfolg genutzt werden, ist die Untersuchung technischer Isolierungen. Dabei wird meist auf unverknüpfte Einzelaufnahmen zurückgegriffen. Als Teil der Zustandsbewertung hilft die Thermografie hier, Stillstände besser vorzubereiten.

Dazu folgendes Beispiel:

Im turnusmäßigen Shut-down eines Raffinerie-Teilkomplexes war vorgese-



Die Auswertung: Isometriezeichnung mit thermografisch erkannten Schädigungsklassen.

hen, die technische Isolierung verschiedener Apparate, Behälter und Rohrleitungen zu sanieren.

Der Betreiber suchte nach einer Möglichkeit zur qualifizierten Zustandsanalyse der Wärme- und Kälteisolierungen als Grundlage für die Sanierungsarbeiten. Es wurden unterschiedliche Leistungsangebote, von der kompletten Neuisolierung – „weil sowieso alles alt und schlecht ist“ – über ausschließlich thermografisch ausgeführte Kurzinspektionen bis hin zur reinen visuellen Prüfung des äußeren Zustands. Am Ende setzte sich ein integriertes Konzept durch, das die folgenden Bestandteile umfasste:

■ Aufbau eines Bewertungsmaßstabes mit Schadensklassifizierung,

Ein neues Profi-Tool

Die ThermaCAM P640 ist die weltweit erste portable Infrarotkamera mit einer 640x480-Pixel-Matrix und ungekühltem Mikrobolometer-Detektor.

Die Infrarotbilder mit einer Auflösung von 640x480 Pixeln sind vollständig für die Temperaturmessung kalibriert. Für jeden der über 300.000 Pixel können individuelle Temperaturwerte angezeigt werden. Die Kamera misst Temperaturen zwischen -40°C und $+500^{\circ}\text{C}$. Optional sind Temperaturbereiche bis zu $+2000^{\circ}\text{C}$ realisierbar. Der 640x480-Pixel-Detektor bietet eine viermal höhere Auflösung als ein 320x240-Pixel-Detektor. Das Ergebnis sind Infrarotbilder in bislang unerreicht hoher Qualität.



Die integrierte Digitalkamera der ThermaCAM P640 liefert qualitativ hochwertige Tageslichtbilder mit einer Auflösung von 1280x1024 Pixeln. Genau wie für die Infrarotkamera sind optional Objektive erhältlich, um das Sehfeld der Digitalkamera an das Infrarotobjektiv anzupassen.

Die ThermaCAM P640 besitzt ein massives Magnesium-Metallgehäuse, das seinen Kern vor Stößen (25 G) und Vibrationen (2 G) schützt. Die Kamera ist in Schutzart IP54 ausgeführt, staub- und spritzwassergeschützt. Sie wiegt nur 1,7 kg einschließlich Batterie.

Sowohl die Infrarot- als auch die Tageslichtbilder können entweder durch den Sucher der ThermaCAM P640 oder auf dem großformatigen, aufklappbaren 5,6"-LCD-Farbdisplay betrachtet werden. Bei Benutzung des Suchers kann es ganz an die Kamera angelegt werden.

Die ThermaCAM P640 ist mit intelligenten und zeitsparenden Funktionen ausgestattet. Automatische Erkennung von kalten oder heißen Stellen, Bild-in-Bild-Technologie (POP), mit deren Hilfe sich ein gespeichertes Bild mit einem betrachteten Objekt in Echtzeit direkt auf

dem Bildschirm vergleichen lässt, 8-facher Digitalzoom sowie Schwenkfunktionen.

Der Bediener kann eine maximale Temperatur in der Kamera einstellen. Wird die P640 auf ein Objekt gerichtet, das diese Temperatur überschreitet, erzeugt die Kamera einen akustischen und/oder visuellen Alarm. Bewegliche Messpunkte, Linienprofile, Berechnung von Temperaturunterschieden zwischen Messpunkten direkt vor Ort, Isothermen – all diese Funktionen sind standardmäßig in die ThermaCAM P640 integriert.

Zu den Anschlussmöglichkeiten gehören Video-Ausgang, USB, IrDA und FireWire-Ausgänge. Video-Streaming nicht radiometrischer MPEG- oder radiometrischer RAW-Dateien ist auf Wunsch lieferbar. I

Neben ihren leistungsstarken Messeigenschaften beim Einsatz vor Ort optimiert die ThermaCAM P640 beim Einsatz zusammen mit der neuen Software ThermaCAM Reporter 8 generell die Effizienz der Inspektionen. Nehmen Sie Infrarotbilder einschließlich Temperaturdaten, schriftlichen und gesprochenen Kommentaren sowie Digitalbildern vor Ort auf.

Flir Systems Gernany, Tel: 069 95008,
Mail: info@flir.de, www.flirthermography.de



Elektrothermografie: In diesem Bereich sind speziell ausgebildete Experten gefragt.

- thermografische Komplettinspektion und Dokumentation typischer Fehlerstellen,
- visuelle Prüfung des äußeren Zustandes der Verblechung, Auflager und ähnlicher Baugruppen,
- Klassifizierung der Ergebnisse und Integration in die Isometrien,
- Erstellung einer Prioritätenliste mit Berücksichtigung betrieblicher Vorgaben,
- Vorbereitung und Erstellung der Ausschreibungsunterlagen für die notwendigen Reparaturen.

Als vorteilhaft erwies sich die segmentweise Bewertung der Rohrleitungen. Sie führte dazu, dass bei kleineren Schädigungen nicht die Komplettsanierung empfohlen werden musste.

Auch bei feuerfest isolierten Anlagen lässt sich mittels Thermografie eine qualifizierte Lebensdauerprognose erstellen. Die Brennöfen, Rückstandsverbrennungsanlagen oder Schmelzgefäße werden dazu in Überwachungssektoren eingeteilt und einer periodischen thermografischen Inspektion unterzogen.

Aus den dabei erhaltenen Daten lassen sich dann unter Berücksichtigung der Außenbedingungen und Betriebsdaten die Temperaturtrends erkennen und bewerten. Sich anbahnende Fehler sind dabei ebenso klar und rechtzeitig erkennbar wie stark verringerte Restwandstärken in der Feuerfestauskleidung.

Reparaturen und Stillstände lassen sich auf der Grundlage dieser umfassenden Informationen wesentlich besser planen; es kann eine wirklich zustandsorientierte Instandhaltung erfolgen.

Wie diese Beispiele zeigen, ist es für eine thermografische Diagnose bei weitem nicht ausreichend, nur ‚bunte Bilder‘ vorzulegen. Der Zweck umfassender thermografischer Dokumente ist es, die Grundlagen für die konkrete und optimale Planung der nachfolgenden Instandhaltungsprozesse zu schaffen.

Dazu ist es unter anderem auch notwendig, dass die angewandten Einschätzungen von Gefährdungs- und Bewertungsklassen mit dem Betreiber abgestimmt oder nach allgemein gültigen Richtlinien erarbeitet werden.

Frank Zahorszki

**ITEMA GmbH – Infrarotthermografie,
Engineering, Messtechnik, Automatisierung
Tel.: 03461 502523,
Mail: zahorszki@itema.de, www.itema.de**