

### „Sofortige Reparatur“? Festlegung und Anwendung von Dringlichkeitskriterien für Instandhaltungsinspektionen

Die Wärmebildtechnik hat sich zu einem der wertvollsten Diagnoseverfahren im Bereich der vorbeugenden Instandhaltung entwickelt. Durch die Entdeckung von Anomalien, die für das bloße Auge meist unsichtbar sind, ermöglicht die Thermografie die Durchführung von Korrekturmaßnahmen, bevor es zu teuren Systemausfällen kommt.

Die Eingrenzung der Ursache des Problems, die Bestimmung des Ausmaßes und der Konsequenzen, die sich aus dem möglichen Abschalten einer Produktionslinie ergeben, das Analysieren, Erstellen von Berichten und Ergreifen von Korrekturmaßnahmen sind nur einige der Fragestellungen, die sich beim Einsatz der Infrarot-Thermografie ergeben können. Dieser Artikel liefert Antworten auf häufig gestellte Fragen aus diesem Themenbereich.

„Wie soll ich meine Entdeckungen so in einem Bericht dokumentieren, dass die Wartung wie erforderlich durchgeführt wird?“ Eine entscheidende Frage für den Thermografen nach seinen Inspektionsrundgängen. „Wie erfahre ich, was wirklich dringend ist? Und was weniger dringend?“ ist die Frage, die seinen Kunden beschäftigt.

Die Entdeckung heißer Stellen ist eine Sache, aber ihre Bewertung eine andere; Inspektionsergebnisse müssen klassifiziert und in eine Art formaler Struktur gebracht werden, damit eine Entscheidung über die Art - und vor allem den Zeitpunkt - von Korrekturmaßnahmen gefällt werden kann.

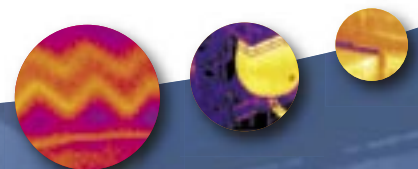
Das Infrared Training Center, ein unabhängiges Infrarot-Schulungszentrum, das auch

Zertifizierungen durchführt, empfiehlt die folgenden Dringlichkeitskriterien für elektrotechnische Komponenten und Anlagen. Viele Thermografen orientieren sich an dieser Einteilung.

- **Klasse „A“**  
Ein sehr schwerwiegendes Problem, das unmittelbare Maßnahmen erfordert.
- **Klasse „B“**  
Ein schwerwiegendes Problem, das schnellstmöglich behoben werden muss.
- **Klasse „C“**  
Ein Problem, das überwacht und bei nächstmöglicher Gelegenheit überprüft werden muss.

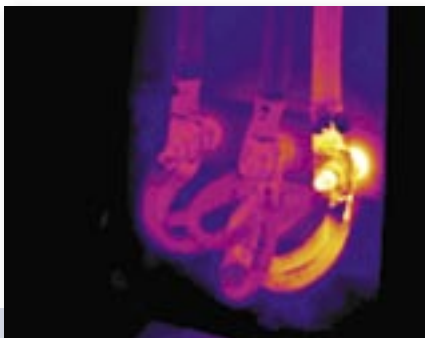


To decide whether a hot-spot is a real problem or not, you need to be acquainted with the installation.





Erkennen



Messen



Berichten



### Abschalten - ja oder nein: Ist die heiße Stelle von strategischer Bedeutung oder nicht?

Dringlichkeitskriterien dienen der Kategorisierung von Entdeckungen, so dass die schwerwiegendsten Probleme zuerst behandelt werden. Die sofortige Reparatur aller entdeckten Anomalien in einer Anlage ist nahezu unmöglich, da dies in der Durchführung zu kostenintensiv und ineffizient wäre. Die Aufgabe eines Thermografen und seines Kunden oder Vorgesetzten ist es, eine Anlage Gewinn bringend zu betreiben, mit so wenig Unterbrechungen wie möglich und zu niedrigsten Kosten, während gleichzeitig ein sicherer Betrieb im Sinne von Arbeits-, Objekt- und Umweltsicherheit aufrechterhalten wird. Dies verdeutlicht, warum eine Klassifizierung von Fehlern eine logische Folge und in jedem Fall zwingend erforderlich ist.

### Definieren Temperaturgrenzen Maßnahmen?

Die vorbeugende Instandhaltung beruht auf vergleichender Beurteilung. Der Bediener einer Infrarotkamera sammelt quantitative und qualitative Informationen zu untersuchten Objekten. Quantitative Informationen bestehen aus der Temperatur eines untersuchten Objekts, während sich qualitative Informationen auf Entdeckung, Beschreibung und Lokalisierung der Fehler beziehen. Beide Informationsarten werden innerhalb eines bestimmten Bereiches mit „normalen“ Temperaturpegeln oder Funktionsmodi verglichen.

Die Messung von Temperaturpegeln ist erforderlich, um nach der Entdeckung eines Problems eine Entscheidung zu seiner Behandlung treffen zu können. Der Thermograf, von dem wir annehmen, dass er mit dem System vertraut ist, welches er untersucht, weiß jedoch, dass unterschiedliche Typen von Bauteilen mit verschiedenen Funktionen ebenso wie identische Bauteile mit verschiedenen Funktionen voneinander abweichende Temperaturgrenzen besitzen können.

Daher ist eine Tabelle mit Temperaturgrenzen in jedem Fall nicht ausreichend. Und für eine Vielzahl von Bauteilen gibt es in der Tat keine universell anwendbaren Dringlichkeitskriterien. Keine Frage, wenn ein Objekt „zu“ heiß ist, ist dies gewöhnlich ein Zeichen dafür, dass etwas in diesem Zusammenhang unternommen werden sollte. Aber nicht immer sofort. Und nicht unbedingt eine Reparatur.

Mit Sicherheit wird jedoch Beobachtung angezeigt sein, die wir als ein Stadium definieren können, das die zuständigen Mitarbeiter warnt und drängt, den Prozess einer kurz- oder mittelfristigen Lösungsplanung in Gang zu setzen. Deren Resultat kann natürlich eine sofortige Reparatur sein, aber sollte dies nicht erforderlich sein, können einige andere Maßnahmen beschlossen werden, wie unter anderem: Verringerung der Last, zusätzliche Kühlung, Bestellung von Ersatzteilen

und Arbeitskräften, Einplanung eines Zeitpunkts für Abschaltung und Reparatur, an dem die Produktion so wenig wie möglich beeinträchtigt wird, oder Durchführung weiterer Messungen mit anderen Techniken zur Überprüfung.

### Ausarbeitung von Kriterien und Richtlinien

„Sofortige Reparatur“ und „Beobachtung“ können gute Gradmesser sein, aber sie sind nur ein erster Schritt in Richtung auf die Festlegung von Dringlichkeitsstufen. Es gibt drei Hauptinformationsquellen für die Festlegung von Dringlichkeitskriterien: Regeln, die von Normungsorganisationen aufgestellt werden, verfügbare Literatur über die untersuchten Materialien (Bedienungshandbücher, Konstruktionspläne usw.) und bisherige Erfahrungen in diesem Bereich (bisherige Inspektionsberichte, Erfahrung des Thermografen in dem betreffenden Industriezweig).

Unternehmen müssen folgende Maßnahmen implementieren und ständig fortführen, um erfolgreich zu sein:

- Auf dem neuesten Stand dessen bleiben, was Normungsorganisationen und andere veröffentlichen: Maßgebliche Normungsorganisationen sind ISO (International Organization for Standardization), IEC (International Electrotechnical Commission), NETA (International Electrical Testing Association), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.), DIN (Deutsches Institut für Normung) und andere überstaatliche oder staatliche Normungsorganisationen.
- Die verfügbare Literatur zu den untersuchten Werkstoffen und Komponenten studieren: Websites und Handbücher von Herstellern sind für den Thermografen eine hervorragende Informationsquelle zu Werkstoffen und Komponenten.
- Die vor Ort gewonnenen Erfahrungen dokumentieren: Diese Daten sind von entscheidender Bedeutung, wenn es darum geht, Dringlichkeitskriterien festzulegen, anzupassen oder auch neu zu bewerten. Dabei ist es von größter Wichtigkeit, frühere Inspektionsberichte aufzubewahren, zu speichern und in unterschiedlichen Medien verfügbar zu halten. Hersteller von Infrarotkameras wie FLIR Systems bieten verschiedene Softwarepakete für eine einfache, anschauliche und transparente Erstellung von Inspektionsberichten im Rahmen der vorbeugenden Instandhaltung.

Generell sollten Kriterien und Richtlinien durch die von den Thermografen zusammengetragenen Erfahrungswerte auf dem neuesten Stand gehalten werden.

## Wie klassifizieren große Unternehmen ihre Entdeckungen?

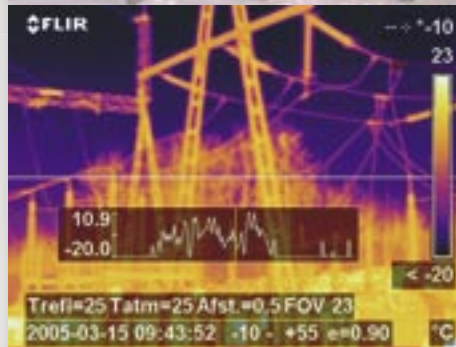
Wirtschaftssektoren oder Unternehmen entwickeln häufig ihren eigenen Kriterienkatalog als Teil ihrer Programmrichtlinien und um ihre spezifischen Anforderungen abzudecken.



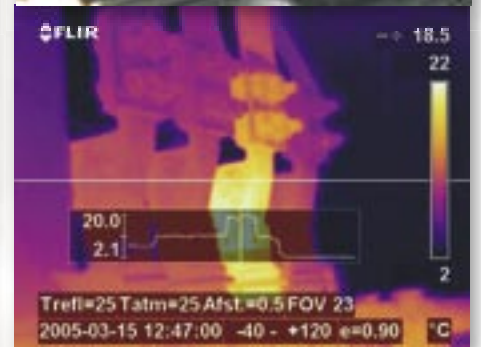
Bei der Eaton Group, einem Automobilzulieferer mit 26 Standorten in ganz Europa, werden die Ergebnisse thermografischer Inspektionen gemäß eines vierstufigen Fehlerbewertungssystems klassifiziert:

- Ein „kleineres Problem“ wird gewöhnlich während der regelmäßigen Instandhaltungsrunden von einem der 50 mit vorbeugender Instandhaltung betrauten Angestellten der Gruppe gelöst.
- Ein „mittelschweres Problem“ erfordert Reparaturarbeiten innerhalb von zwei Wochen nach der Inspektion.
- Ein „ernstes Problem“ erfordert Reparaturarbeiten innerhalb von ein bis zwei Tagen nach der Inspektion.
- Ein „kritisches Problem“ am Ende der Skala erfordert unmittelbares Eingreifen und auch eine zusätzliche thermografische Inspektion vor Ort direkt nach den Reparaturarbeiten.

Diese einheitlichen Kriterien für elektrische Installationen wurden für die europäischen



150kV-Station, Tageslicht- und Wärmebilder



Oberer Teil eines Transformators; Niederspannungsverbindung

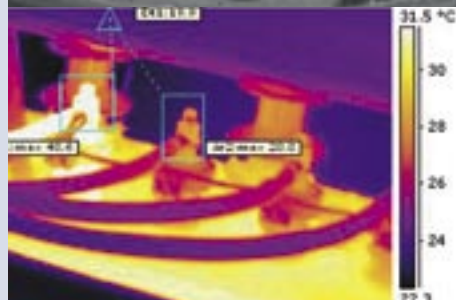
Niederlassungen der Eaton Group von einem Beratungsunternehmen ausgearbeitet. „Sie beruhen auf Erfahrungen, die über einen langen Zeitraum gesammelt wurden und decken all unsere Anforderungen ab“, erläutert Peter Koelewijn, Abteilungsleiter des Außendienstes und leitender Thermograf der Unternehmensgruppe. „Dies schließt jedoch nicht aus, dass ich meine bisherigen Inspektionsberichte mitnehme, wenn ich in einer Anlage Inspektionen durchführe“, ergänzt er.



E.ON Bayern, ein regional tätiger, großer Energieversorger mit einem 175000 km langen Leitungsnetz, hat folgende Dringlichkeitskriterien für die Instandhaltung seiner 43000 Nieder- und Mittelspannungsanlagen festgelegt:

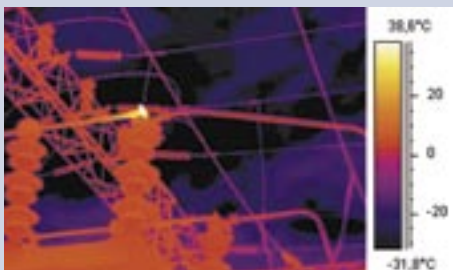
- L1 bedeutet eine Reparatur bei der nächsten jährlichen oder einer anderen langfristigen, regelmäßigen Inspektion
- L2 erfordert eine Reparatur innerhalb von 6 Monaten
- L3 macht eine dringende Reparatur innerhalb einer Arbeitswoche erforderlich

Uwe Thomas, Messingenieur und verantwortlich für die thermografischen Inspektionen bei E.ON Bayern, betont jedoch, dass diese Kriterien eher Richtwerte als eindeutige Richtlinien sind und dass spezifische Bedingungen vor Ort, wie klimatische oder andere atmosphärische Einflüsse, die Kriterien modifizieren können. „Diese Kriterien sind nicht statisch, sie sind dynamische Werte mit Raum für Erweiterung, Neubewertung und, falls erforderlich, Änderung“, erläutert Uwe Thomas.



Elektrische Verbindung





Fehlerhafte Hochspannungsverbindung



Überhitzte Verbindung



Innere Beschädigung einer Sicherung



Schlechte Verbindung und innere Beschädigung

Die Entscheidung, ob eine heiße Stelle zu heiß ist und ob sie Probleme verursachen wird, muss von dem Thermografen und/oder dem Anlagenverantwortlichen gefällt werden.

### Ich bin das Kriterium: Was können Thermografen tun?

Kann ein Thermograf als erster Informationssammler die Dringlichkeit eines Problems korrekt bestimmen? Ja, aber er muss dazu „seine“ Installationen durch und durch kennen. In der Tat sollte der Thermograf eine Anomalie im Hinblick auf ihre Auswirkungen für die gesamte Betriebs- oder Maschineneinheit interpretieren können. Ähnliche oder identische heiße Stellen auf zwei identischen Bauteilen haben nicht zwingend dieselben Konsequenzen!

Aber nur durch diese oft unerreichbaren detaillierten Kenntnisse der untersuchten Objekte kann der Thermograf eine Entscheidung über das Dringlichkeitskriterium treffen.

Diese Tatsache wird oft nicht anerkannt, aber gute Thermografen wissen das. Ihnen ist klar, dass identische oder unterschiedliche Typen von Bauteilen mit verschiedenen Funktionen voneinander abweichende Temperaturgrenzen besitzen, und sie setzen ihr Wissen und ihre Erfahrung ein, um unter Einhaltung der Rahmenbedingungen kundenseitiger Richtlinien - falls vorhanden - sinnvolle Lösungen und Berichte auszuarbeiten.

Darüber hinaus sollte darauf hingewiesen werden, dass Dringlichkeitskriterien nicht nur als Struktur für die Klassifizierung von Fehlern große Bedeutung haben, sondern auch als formales Kommunikationswerkzeug zwischen dem Thermografen und seinem Kunden, der oft Experte und Entscheider über zukünftige Maßnahmen und Aktionen ist.

### Fazit

Dringlichkeitskriterien sind Richtlinien. Sie sind sinnvolle Gradmesser, aber sie sind auch unzulänglich, da sie für jeden Industriezweig, jedes Unternehmen, jeden Betrieb und sogar für jeden Werkstoff und jedes Bauteil ausgestaltet werden sollten. Die Anwendung von Dringlichkeitskriterien sollte ein sich ständig weiterentwickelnder dynamischer Prozess sein, der neue Erfahrungen berücksichtigt.

Dabei hängt, wie so oft, vieles nicht nur von den Qualitäten des Thermografen als Bediener der Kamera ab, sondern auch von seinem Wissen und seiner Erfahrung in einem maßgeblichen Wirtschaftssektor.

### BU

Für die Entscheidung, ob eine heiße Stelle ein echtes Problem darstellt oder nicht, müssen Sie mit der Anlage vertraut sein.

### Quellenangabe

CRONHOLM, Michael: Severity Criteria: How Hot is too Hot? in: InfraMation 2005 Proceedings, Infrared Training Center, Billerica, Ma USA, S. 239 - 247

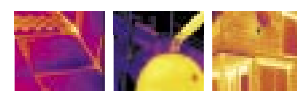
Dank an Gilbert Rentmeesters, Senior Service Manager, FLIR Systems Belgien, für die Bereitstellung ergänzender Informationen



ThermaCAM P65



ThermaCAM E320



### FLIR SYSTEMS GMBH

Berner Straße 81

60437 Frankfurt am Main

Tel.: +49 (0)69 95 00 900

Fax: +49 (0)69 95 00 9040

E-mail: info@flir.de

www.flir.de

Sensorik  
Messtechnik

**nbn**