

Die zentrale Rolle der Wärmebildtechnik für die Zustandsüberwachung



In Fertigungs- und Produktionsprozessen besteht immer wieder die Herausforderung, die Langlebigkeit und das effiziente Funktionieren der Geräte zu gewährleisten, insbesondere wenn sie altern. Wie alles, was der Zeit ausgesetzt ist, versagen auch Geräte aufgrund von Reibung, Korrosion, thermischen und mechanischen Zyklen, Vibrationen und anderen Kräften. Das unvermeidliche Fortschreiten dieser Faktoren führt zu einer verminderten Leistung und letztendlich zu einem Geräteausfall. Die Crux liegt also darin, zu bestimmen, wann dies geschieht, damit die vorbeugende Wartung zum optimalen Zeitpunkt durchgeführt werden kann, um Ausfälle zu geringstmöglichen Kosten zu verhindern, ohne die Produktion wesentlich zu beeinträchtigen.

Autoren:

Cemil Çaylı

Channel Sales Manager DACH

Teledyne FLIR Systems GmbH

www.flir.com

Frank Liebel
freier Journalist

Die P-F-Kurve

Erkennen von Fehlern, bevor sie auftreten: Wer sich mit Zustandsüberwachung beschäftigt, kennt die von Nowlan und Heap entwickelte P-F-Kurve (Bild 1). Die Kurve veranschaulicht die verschiedenen Phasen des Lebenszyklus einer Komponente und zeigt auf, wann eine Inspektionsmethode Aufschluss über den Zustand der Ausrüstung geben kann, von der proaktiven Phase bis zur Erkennung eines Fehlers.

Wie man sieht, ist die Temperaturanalyse eine Zustandsüberwachungstechnik, die im Bereich der vorausschauenden Instandhaltung eingesetzt wird. Hier kommt die Thermografie ins Spiel. Als wesentliche Zustandsüberwachungstechnik dient sie als Frühwarnsystem und zeigt an, wenn Maschinen oder Anlagen Anzeichen von Verschleiß aufweisen, noch bevor ein erkennbarer Fehler auftritt.

Temperaturen messen

Im Kern geht es bei der Thermografie um die Erfassung von Temperaturmesswerten einer Anlage. Ein einzelner Temperaturmesswert kann zwar bereits Erkenntnisse liefern, seine Aussagekraft ist jedoch möglicherweise etwas begrenzt. Stellen

wir uns einen Elektromotor in einer Fabrik vor, der bei 73 °C läuft. Ist das ohne zusätzliche Daten besorgniserregend? Um dies festzustellen, muss man sich möglicherweise mit den Besonderheiten des Motors befassen und seinen Standardbetriebsbereich untersuchen. Doch selbst das ergibt möglicherweise kein vollständiges Bild.

Wenn der Standardbereich des Motors beispielsweise zwischen 50 °C und 80 °C liegt, läuft der Motor bei 73 °C derzeit am oberen Ende dieses Bereichs. Doch wie oft sollte er überprüft werden? Wie ist der aktuelle Zustand? Wann ist eine Wartung erforderlich? Fällt er aus? Diese Fragen bleiben unbeantwortet und wir haben keine Möglichkeit, den zukünftigen Zustand dieses Motors vorherzusagen.

Die Bedeutung der Trendanalyse

Das Verständnis des Zustands einer Maschine geht über eine einzelne Messung hinaus. Externe und interne Faktoren wie Lastschwankungen, Kühlungseffizienz und Umgebungsbedingungen können die Betriebstemperatur beeinflussen. Durch die Beobachtung dieser Temperaturen über einen län-

geren Zeitraum erhalten Zustandsüberwachungsspezialisten ein klareres Bild.

Das lässt sich anhand der Datenvisualisierung veranschaulichen. Wenn wir jeden Monat die Temperaturen eines im Januar 2019 installierten Elektromotors überwachen, zeichnen sich Muster ab. Möglicherweise schwankt die Temperatur zwischen 50 °C und 55 °C, abhängig vom Wechsel der Jahreszeiten. Dies deutet darauf hin, dass der Motor im sicheren Bereich arbeitet und nicht überlastet ist. Regelmäßige Kontrollen alle zwei bis drei Monate könnten ausreichen.

Trends beobachten

Allerdings kann ein anderer Motor aus derselben Zeit einen kontinuierlichen Temperaturanstieg aufweisen, was auf mögliche Probleme hinweist. Verschiedene Faktoren wie die Umgebung oder interne Teile können diese Veränderungen beeinflussen. Solche Trends verdeutlichen die Notwendigkeit einer regelmäßigen Wartung und Reinigung.

Was fehlt, ist ein Trend, eine Grundlinie oder ein Muster der normalen Betriebsbedingungen dieses Motors. Bei einem so breiten Spektrum an Standardbetriebstemperaturen ist es schwierig, den Zustand des Motors mit einer einzigen Messung zu ermitteln. Durch die Erstellung eines Trends der Betriebstemperaturen kann ein Zustandsüberwachungsspezialist den Zustand des Motors genau beurteilen.

Betriebsnormen ermitteln

Wenn ein Elektromotor im Januar 2019 installiert wurde und monatliche Temperaturmessungen vorgenommen wurden, könnten diese Temperaturen aufgezeichnet werden, um zu ermitteln, welche Betriebsnormen für diesen speziellen Motor an diesem Ort und für diesen speziellen Prozess gelten. Bei einem gut funktionierenden Motor können Temperaturen ähnlich wie in Bild 2 aufgezeichnet werden.

Diese Grafik zeigt einen Elektromotor mit Temperaturschwankungen zwischen 50 °C und 55 °C, die relativ gut mit den Jahreszeiten übereinstimmen und im Sommer wärmer und im Winter kühler werden. Was kann man diesen Informationen also entnehmen? Der Motor arbeitet am unteren Ende des normalen Betriebstemperaturbereichs und scheint weder mechanisch überlastet noch einer besonders hohen Belastung ausgesetzt zu sein. Ein Fachmann für Zustandsüberwachung könnte daher sogar beschließen, diesen Motor nur alle zwei oder drei Monate zu überprüfen, es sei denn, die Temperaturen ändern sich erheblich. Dieser Motor weist keine offensichtlichen besorgniserregenden Anzeichen auf und man kann davon ausgehen, dass er auf absehbare Zeit weiterhin zuverlässig funktioniert.

Neben diesem Motor wurde 2019 ein weiterer Motor installiert, dessen Temperaturwerte ebenfalls monatlich erfasst wurden. In Bild 3 sieht man, wie sich die Temperatur dieses Motors im Vergleich verhält. Bild 3 veranschaulicht die Temperaturtrends von Elektromotor 2 über mehrere Jahre und hebt einige wichtige Beobachtungen hervor:

- **Saisonale Ähnlichkeiten und steigende Temperaturen:** Zunächst ahmen die Temperaturmuster jahreszeitliche Veränderungen ähnlich wie in den Anfangsjahren nach. Allerdings ist bis 2021 ein spürbarer Anstieg zu beobachten, der von früheren Trends abweicht und auf ein potenzielles Problem hinweist.
- **Vorübergehender Temperaturrückgang:** Ein erheblicher Temperaturrückgang im August und September 2022 deutet auf eine Korrekturmaßnahme oder eine Änderung der Bedingungen hin, die zu einer Rückkehr zu akzeptablen Betriebstemperaturen führt.
- **Betriebsnormen und Zuverlässigkeitsvorhersagen:** Trotz dieser Schwankungen bleiben die Temperaturen innerhalb der Betriebsnormen des Motors. Das Verständnis der Geschichte dieses Motors hilft bei der Vorhersage seiner zukünftigen Zuverlässigkeit.

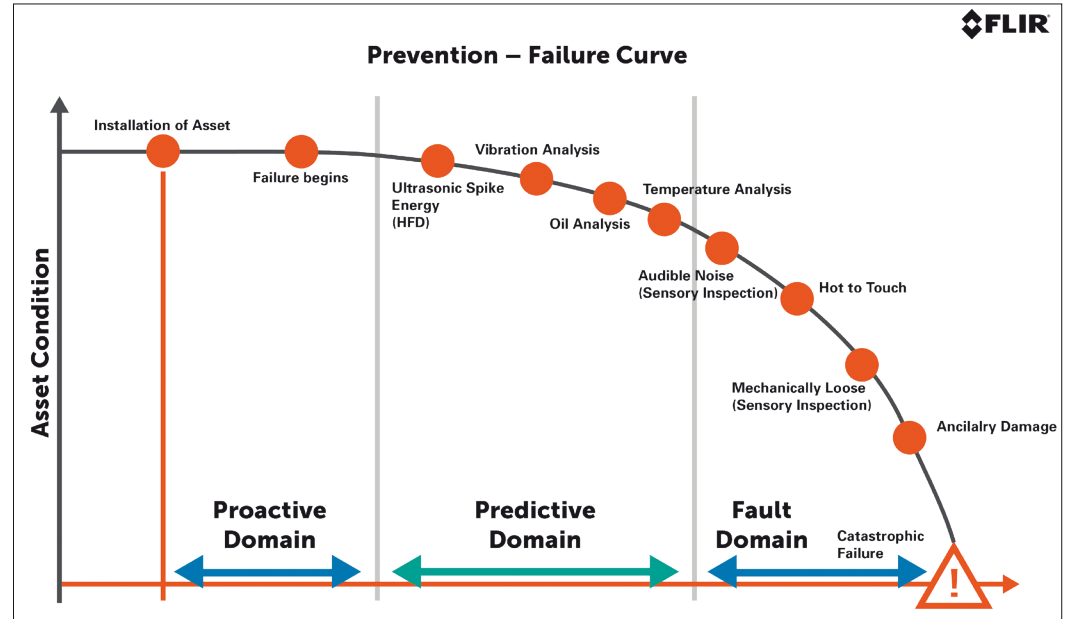


Bild 1: Die Kurve veranschaulicht die verschiedenen Phasen des Lebenszyklus einer Komponente und zeigt auf.

- **Umgebungseinflüsse:** Solche Temperaturtrends treten häufig in Umgebungen auf, in denen Staub und Schmutz nach und nach die Kühlrippen und den Luftstrom blockieren, was zu einem stetigen Temperaturanstieg führt. Durch eine anschließende Reinigung kann die Kühlleistung wiederhergestellt werden.
- **Alternative Ursachen:** Es ist wichtig zu beachten, dass dieser Trend auch auf verschiedene Faktoren zurückzuführen sein kann, wie z. B. Motorbelastung, größere Ablagerungen, Änderungen an Antriebsketten oder -riemen, Platzierung des Kühlgebläses oder Heißluftabsaugung.
- **Bedeutung von Überwachung und Wartung:** Diese Grafik soll den Anwender daran erinnern, wie wichtig eine regelmäßige Reinigung und Wartung ist. Sie unterstreicht die Notwendigkeit, sich verschiedener Faktoren bewusst zu sein, die die Motortemperatur beeinflussen können, und betont, wie wichtig es ist, grundlegende Kühlungsprobleme anzugehen, um schwerwiegendere Probleme in der Zukunft zu verhindern.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass dieses Wärmediagramm zwar auf Anomalien hinweist und auf mögliche Probleme hinweist, sich die Ursache jedoch

nicht eindeutig bestimmen lässt. Regelmäßige Überwachung und Wartung sowie ein genaues Verständnis der Betriebsumgebung und -geschichte des Motors sind entscheidend für die Gewährleistung seiner optimalen Leistung und Langlebigkeit.

Elektromotor Nummer 3

Werfen wir nun einen Blick auf einen dritten Elektromotor, der ebenfalls im Jahr 2019 installiert wurde, um zu sehen, wie dieser im Vergleich abschneidet. Bild 4 veranschaulicht den Temperaturtrend des Elektromotors 3 und bietet wertvolle Erkenntnisse:

- **Erste Temperaturmessung:** Der Motor zeigt eine Temperatur von 73 °C, was deutlich innerhalb der vom Hersteller angegebenen Betriebsnormen liegt. Dies weist darauf hin, dass der Motor zunächst wie erwartet funktionierte.
- **Bedeutung einer einzelnen Temperaturmessung:** Während ein einmaliger Wert von 73 °C nicht alarmierend ist und sogar als beruhigend angesehen werden könnte, ist es der Gesamttrend, der Aufmerksamkeit erfordert. Ein einzelner Datenpunkt liefert nicht immer ein vollständiges Bild des Motorzustands.
- **Vergleich mit anderen Motoren:** Die Leistung von Motor 3 ent-

sprach bis zu einem bestimmten Zeitpunkt den jährlichen saisonalen Schwankungen, die bei Motor 1 und Motor 2 beobachtet wurden. Dies deutet auf ein für diese Motortypen unter normalen Bedingungen typisches Verhaltensmuster hin.

- **Jüngster Temperaturanstieg:** Die Grafik zeigt jedoch eine Veränderung ab Januar 2023. Die Temperatur des Motors begann anzusteigen, abweichend vom üblichen Muster. Diese Änderung könnte auf ein zugrunde liegendes Problem hinweisen, das die Leistung des Motors beeinträchtigt.
- **Notwendigkeit weiterer Untersuchungen:** Der jüngste Temperaturanstieg, insbesondere im Vergleich zu historischen Daten, deutet darauf hin, dass sich bei Motor 3 möglicherweise ein Problem entwickelt. Dies erfordert weitere Untersuchungen, um die Ursache zu ermitteln und festzustellen, ob Wartungsarbeiten oder Anpassungen erforderlich sind, um mögliche Ausfälle zu verhindern.

Wie könnte die Zukunft für den dritten Elektromotor aussehen? Hier sind zwei mögliche Szenarien, die in Bild 5 und 6 dargestellt sind. Wenn dieser Motor ohne Untersuchung, Wartung oder weitere Maßnahmen weiter verwendet würde, könnte die Temperatur bis

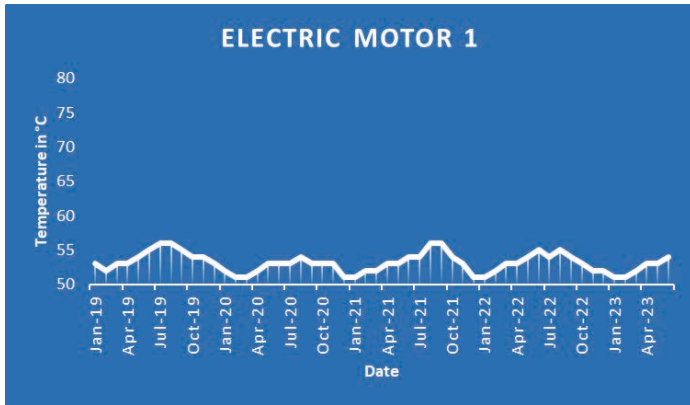


Bild 2: Temperaturtrends des Elektromotors 1 (Jahre 2019 - 2023): Saisonale Schwankungen im Elektromotor weisen auf eine stabile Leistung innerhalb der Standardbetriebsbereiche hin

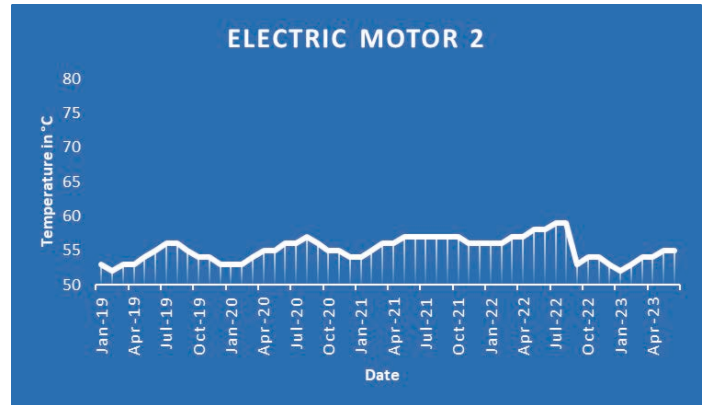


Bild 3: Temperaturtrends des Elektromotors 2 (Jahre 2019 - 2023): Saisonale Schwankungen, steigende Muster und die Auswirkungen von Wartungsmaßnahmen

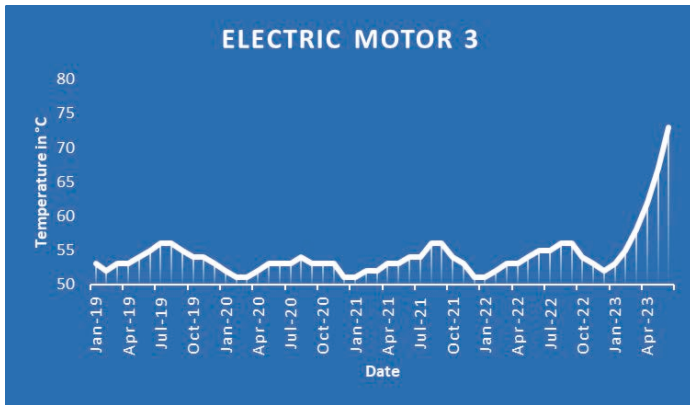


Bild 4: Temperaturtrends des Elektromotors 3 (Jahre 2019 - 2023): Ein Anstieg über die saisonalen Normen innerhalb der Herstellerspezifikationen weist darauf hin, dass möglicherweise eine Untersuchung erforderlich ist

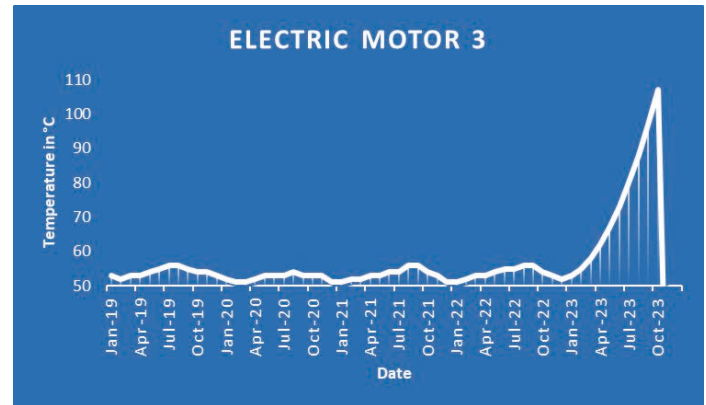


Bild 5: Temperaturtrends des Elektromotors 3: Gefahr einer Überhitzung ohne Wartung, die zu einem Ausfall über 105°C führen kann

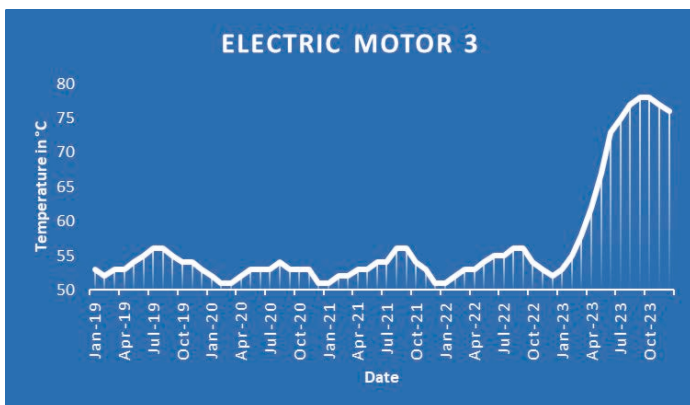


Bild 6: Temperaturtrends des Elektromotors 3: Temperaturanstieg innerhalb sicherer Grenzen kontrolliert

zum Ausfall weiter ansteigen. Dies wird in Bild 5 dargestellt und gibt Aufschluss darüber, dass Temperaturen über 105 °C zu einem sofortigen Ausfall führen.

Bild 6 erzählt eine andere Geschichte: Vielleicht wurde die Anforderung an den Motor absichtlich dadurch erhöht, dass der Pro-

duktionsprozess, bei dem der Motor zum Einsatz kommt, beschleunigt wurde, um eine neue Leistungsanforderung zu erfüllen? Die Temperaturen liegen immer noch im akzeptablen Betriebsbereich des Motors und es gibt eine klare Erklärung für die Ursache dieser thermischen Anomalie.

Fazit

Eine Optimierung der Gerätezustandsüberwachung mit thermischer Trendanalyse ist äußerst empfehlenswert. Einzelne Temperaturmesswerte geben einen Einblick in den Zustand der Ausrüstung, der nur mit dem vom Hersteller empfohlenen Betriebsbereich für einen Motor oder eine andere Anlage in einem Herstellungs- oder Produktionsprozess verglichen werden kann. Das kann irreführend sein und liefert keine echten Einblicke in den Zustand von Anlagen und Geräten, die für den zuverlässigen Betrieb eines Unternehmens von entscheidender Bedeutung sein können.

Regelmäßige Temperaturmessungen

Durch regelmäßige Temperaturmessungen erhält man ein Bild über den Zustand jeder inspizierten Anlage. Das bedeutet nicht, dass

sich die Temperaturen nie ändern werden, aber oft gibt es Gründe für thermische Anomalien. Wenn es zu einer unerklärlichen Temperaturänderung kommt, kann es möglich sein, das Gerät zu inspizieren, zu reinigen, zu warten oder andere Maßnahmen zu ergreifen, um die normale Betriebstemperatur wiederherzustellen – oder es läuft jetzt einfach heißer und erfordert eine weitere Überwachung, um die Fehlerquelle genauer zu bestimmen.

Für Unternehmen, die auf Fertigungs- oder Produktionsanlagen, elektrische Motoren, Pumpen, Maschinen oder andere mechanische oder elektrische Geräte angewiesen sind, ist es wichtig, dass diese Geräte nicht unerwartet ausfallen. FLIR-Zustandsüberwachungslösungen werden häufig in solchen Fertigungs- oder Produktionsumgebungen eingesetzt, um Temperaturmesswerte genau zu erfassen. ◀