

# Erkennen von Unsymmetrie und Überlasten

## Anwendungsbericht

Mit Wärmebildern können offensichtliche Temperaturunterschiede im Vergleich zu den normalen Betriebsbedingungen in industriellen Drehstromkreisen leicht identifiziert werden.

Techniker müssen nur den Temperaturgradient der drei Phasen nebeneinander betrachten, um Unsymmetrie oder Überlast in einem einzelnen Leitungszweig schnell zu erkennen.

Unsymmetrie kann verschiedene Gründe haben: Probleme bei der Stromverteilung, niedrige Spannung auf einem Leitungszweig oder einen Isolationsdurchschlag in den Motorwicklungen. Schon eine kleine Spannungsunsymmetrie kann zu einer Verschlechterung der Verbindung und damit einem Abfall der Versorgungsspannung führen. Somit ziehen Motoren und andere Lasten übermäßig viel Strom, liefern weniger Drehmoment (wobei die mechanische Belastung zunimmt) und fallen früher aus. Bei einer starken Unsymmetrie kann eine Sicherung durchbrennen, wodurch eine Phase ausfällt. Währenddessen kehrt der unsymmetrische Strom auf dem Neutralleiter zurück, und Verbraucher fallen aus. In der Praxis ist es so gut wie unmöglich, den Strom über drei Phasen perfekt auszugleichen. Die National Electrical Manufacturers Association (NEMA) hat Spezifikationen für zahlreiche Geräte formuliert, die Technikern

bei der Bestimmung akzeptabler Werte für Unsymmetrie helfen. Diese Spezifikationen können als Bezugswerte bei Instandhaltung und Fehlersuche verwendet werden.

### Vorgehensweise

Nehmen Sie Wärmebilder aller Verteilungen und anderer Anschlüsse mit hohen Lasten wie Antriebe, Trennschalter, Steuerungen, usw., auf. Wenn Sie hohe Temperaturen feststellen, untersuchen Sie Abzweigleitungen und Lasten entlang des Stromkreises. Überprüfen Sie die Unterverteilungen bei abgenommenen Abdeckungen. Idealerweise sollten Sie Tests nur an warmgelaufenen Geräten im eingeschwungenen Zustand bei mindestens 40 % der normalen Leistung vornehmen. So können Sie Messwerte richtig einschätzen und mit den normalen Betriebsbedingungen vergleichen.

### Auswertung

Phasen mit gleicher Last sollten gleiche Temperaturen aufweisen. Bei einer Unsymmetrie haben die Phasen mit der höheren Last eine höhere Temperatur, da durch den höheren Strom mehr Wärmeenergie erzeugt wird. Unsymmetrische Last, Überlast, fehlerhafte Verbindungen und unsymmetrische Oberschwingungen erzeugen jedoch ein ähnliches Bild. Somit müssen bei der Problemdiagnose die Ströme in allen Phasen gemessen werden.

**Hinweis:** Ein ungewöhnlich kalter Stromkreis oder Leitungszweig kann auf den Ausfall eines Bauteils hinweisen. Die Einführung regelmäßiger Inspektionswege, in die alle wichtigen elektrischen



Die Anschlüsse dieser Verdampferpumpe sind auf Phase 3 über 50 °C heißer.



### Vorsicht:

Abdeckungen von Verteilungen dürfen nur von entsprechend autorisiertem und ausgebildetem Personal mit zugelassener Schutzkleidung entfernt werden.

Verbindungen einbezogen werden, hat sich bewährt. Speichern Sie alle aufgenommenen Bilder mit der beiliegenden Software auf einem Computer und verfolgen Sie die Messwerte über einen längeren Zeitraum. So haben Sie Bezugswerte für einen späteren Vergleich. Mit dieser Vorgehensweise können Sie bestimmen, ob ein heißer oder kalter Bereich ungewöhnlich ist.

Nach einem Eingriff können Sie mit neuen Bildern feststellen, ob die Reparatur erfolgreich war.

## Handlungsbedarf

Die Reihenfolge der Reparaturen sollte zuerst nach Sicherheitsaspekten und dann nach der Bedeutung der Anlage für die Produktion und dem Ausmaß des Temperaturanstiegs bestimmt werden.

Nach den Richtlinien der NETA (InterNational Electrical Testing Association) besteht sofortiger Handlungsbedarf, wenn die Temperaturdifferenz ( $\Delta T$ ) bei gleichen Komponenten und gleicher Last mehr als 15 °C beträgt oder wenn die Temperaturdifferenz ( $\Delta T$ ) zwischen einem Bauteil und der Umgebungstemperatur mehr als 40 °C beträgt.

Die NEMA-Normen (NEMA MG 1-12.45) raten vom Betrieb eines Motors bei einer Spannungsunsymmetrie von mehr als 1 % ab. Die NEMA empfiehlt vielmehr, Motoren bei größeren Unsymmetrien geringer zu belasten. Für andere Geräte gelten eigene Grenzwerte.

## Potentielle Ausfallkosten

Der Ausfall eines Motors ist oft eine Folge von Spannungsunsymmetrie. Die Gesamtkosten setzen sich wie folgt zusammen: Motorkosten, Arbeitskosten für den Motorwechsel, Ausschuss infolge des nicht optimalen Anlagenbetriebs und durch Stillstandzeiten entgangene Erträge.

Nehmen wir einmal an, die Kosten für den Austausch eines 50-PS-Motors pro Jahr betragen 5.000 € einschließlich Arbeitskosten. Nehmen wir weiter an, die

entgangenen Einnahmen belaufen sich auf 6.000 € pro Stunde und die Stillstandzeiten betragen 4 Stunden pro Jahr.

**Gesamtkosten: 5000 € + (4 x 6000 €) = 29.000 € pro Jahr, und hier sind die Kosten durch die möglichen Qualitätsschwankungen noch nicht eingerechnet.**

## Weitere Maßnahmen

Wenn ein Leiter laut Wärmebild auf einer größeren Länge heißer als andere Stromkreis Komponenten ist, könnte er überlastet sein oder einen zu geringen Querschnitt aufweisen. Prüfen Sie die Bemessung des Leiters und die momentane Last, um den Grund zu bestimmen.

Prüfen Sie Stromausgleich und Belastung aller Phasen mit einem Multimeter mit Stromzange, einer Strommesszange oder einem Netz- und Stromversorgungsanalysator. Prüfen Sie Schutzeinrichtungen und Schaltanlagen auf der Spannungsseite auf Spannungsabfälle. Im Allgemeinen sollte die Netzspannung nicht mehr als 10 % von der Nennleistung abweichen. Mit Hilfe der Spannung zwischen Neutralleiter und Schutzleiter können Sie Aussagen über die Systembelastung treffen und Oberschwingungen erfassen. Wenn die Spannung zwischen Neutralleiter und Schutzleiter mehr als 3 % beträgt, sollten Sie weitere Tests vornehmen.

Lasten können schwanken. Eine Phase kann an einem Leitungszweig völlig unerwartet um 5 % abfallen, wenn eine ausreichend starke einphasige Last angelegt wird. Spannungsabfälle über den Sicherungen und Schaltern können sich auch als Unsymmetrie am

Motor und Überhitzung im fehlerhaften Bereich äußern. Prüfen Sie daher mit Wärmebildkamera und Multimeter oder Strommesszange genau nach, bevor Sie davon ausgehen, dass Sie die Ursache gefunden haben. Weder Haupt- noch Abzwegleitungen sollten bis zum maximal zulässigen Grenzwert belastet werden. In den Lastberechnungen sollten Oberschwingungen berücksichtigt werden. Eine weit verbreitete Lösung für Überlast besteht darin, die Lasten über die Stromkreise zu verteilen oder sie zu regeln, falls während des Vorgangs Lasten angelegt werden. Erstellen Sie mit der beiliegenden Software zu jedem Problem, das Sie mit Hilfe einer Wärmebildkamera festgestellt haben, einen Bericht mit einem Wärmebild und einem Digitalbild der Anlage. So können Sie die Probleme am besten finden, hieraus einen Vorschlag für Reparaturen entwickeln und den Zustand vor und nach der Reparatur dokumentieren.

**Fluke.** *Damit Ihre Welt intakt bleibt.*

**Fluke Deutschland GmbH**  
Heinrich-Hertz-Straße 11  
34123 Kassel  
Tel.: (069) 2 22 22 02 00  
Fax: (069) 2 22 22 02 01  
E-Mail: info@de.fluke.nl

**Fluke Vertriebsgesellschaft GmbH**  
Mariahilfer Straße 123  
1060 Wien  
Tel.: (01) 928 95 00  
Fax: (01) 928 95 01  
E-Mail: info@as.fluke.nl

**Fluke Switzerland GmbH**  
Industrial Division  
Grindelstrasse 5  
8304 Wallisellen  
Tel.: (044) 580 75 00  
Fax: (044) 580 75 01  
E-Mail: info@ch.fluke.nl

Besuchen Sie uns im Internet unter:

<http://www.fluke.de>  
<http://www.fluke.at>  
<http://www.fluke.ch>

## Thermografie-Tipp

Thermografie wird überwiegend zum Aufspüren elektrischer und mechanischer Anomalien eingesetzt. Entgegen der landläufigen Meinung ist die Temperatur eines Geräts, auch die relative Temperatur, nicht der einzige Anhaltspunkt für einen bevorstehenden Ausfall. Eine Reihe weiterer Faktoren sollte berücksichtigt werden, wie z. B. Änderungen der Umgebungstemperatur und mechanische oder elektrische Lasten, optische Anzeichen, die Bedeutung eines Bauteils, Erfahrungen mit ähnlichen Bauteilen, Ergebnisse anderer Tests usw. Kurz gesagt entfaltet Thermografie den größten Nutzen in einem umfassenden Programm zur Zustandsüberwachung und vorbeugenden Instandhaltung.