Nutzen und Grenzen der Thermografie

H.Schmolke, Köln

In den letzten Jahren gab es immer wieder Diskussionen darüber, ob Thermografiemessungen eine Alternative zur wiederkehrenden Prüfung elektrischer Anlagen darstellen. Dieser Beitrag zeigt, warum die Thermografie allein kein ausreichendes Mittel für brandschadenverhütende Untersuchungen ist und behandelt die Beziehung beider Prüfverfahren aus Sicht des Brandschutzes.

1 Richtlinien und Informationen

Bei der Beurteilung der Prüftechnik Elektrothermografie herrscht oft Unsicherheit darüber, worin genau ihre Vorzüge bestehen und welcher Stellenwert ihr tatsächlich eingeräumt werden muss. Folgende Fragen ergeben sich:

- Welchen tatsächlichen Nutzen bringt eine Überprüfung mit Thermografie im Vergleich zu den üblichen Prüfungen der elektrischen Anlage?
- Ersetzt eine thermografische Untersuchung die anderen Prüfungen?
- Liefert die thermografische Untersuchung wirklich absolut sichere Ergebnisse, die nur umgesetzt werden müssen, um Brände, die durch die elektrische Anlage verursacht werden, zu vermeiden?
- Welche Voraussetzungen muss der Thermograf erfüllen, damit er nicht nur bunte Bilder abliefert, sondern einen echten Beitrag, der sich schadenverhütend auswirkt?

Um diese Fragen aus der Sicht der Feuerversicherungen zu klären und nachvollziehbare Informationen sowie Verfahrensrichtlinien zu liefern, wurde eine Projektgruppe ins Leben gerufen. Sie bestand aus VdS Schadenverhütung, Versicherungen, dem Verband für angewandte Thermografie, Messgeräteherstellern, Prüforganisationen und privaten Dienstleistern. Ziel war und ist es, thermografische Untersuchungen in elektrischen Anlagen mit möglichst einheitlicher Qualität und hoher Transparenz für den Auftraggeber durchführen zu können. Die Ergebnisse sind in folgenden Dokumenten zu finden:

- VdS 2858 Merkblatt „Thermografie in elektrischen Anlagen – Ein Beitrag zur Schadenverhütung und Betriebssicherheit“
- VdS 2859 Richtlinien für die Anerkennung von Sachverständigen für Elektrothermografie (Elektrothermografen)
- VdS 2860 Untersuchungsbericht zur Elektrothermografie
- VdS 2861 Verzeichnis VdS-anerkannte Elektrothermografen

Die darin aufgeführten Informationen und Regelungen beziehen sich ausschließlich auf die Thermografie in elektrischen Anlagen, können aber sinngemäß auf andere Fachgebiete (z. B. auf den Bausektor zur Leckageortung oder auf den Maschinenbau bei Überprüfung von Lagern usw.) übertragen werden.

Autor

Dipl. Ing. *Herbert Schmolke* ist Mitarbeiter der VdS Schadensverhütung GmbH, Köln.

2 Beitrag zum Brandschutz

2.1 Wirkungsweise

Vereinfacht betrachtet werden bei einer thermografischen Untersuchung Oberflächentemperaturen gemessen. Eine Oberfläche sendet je nach Materialeigenschaft bzw. Oberflächenbeschaffenheit und Temperatur eine für das Auge meist unsichtbare Energiestrahlung aus. Diese Strahlung wird mit Hilfe einer Optik aufgenommen und in darstellbare Signale umgewandelt. Sinnvollerweise werden dabei die verschiedenen Temperaturen einer betrachteten Oberfläche durch unterschiedliche Farben dargestellt. Damit ist es möglich:

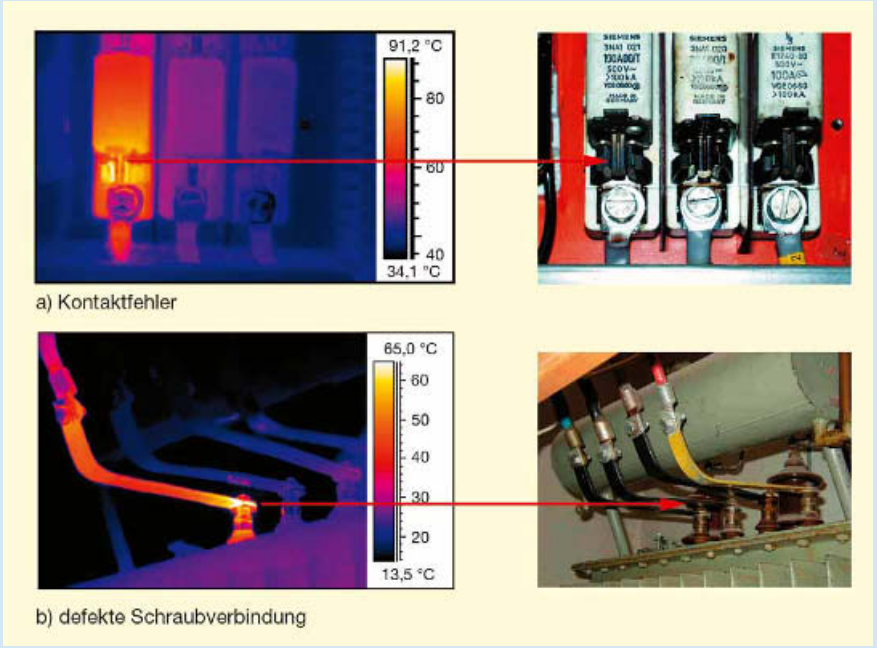
- heiße Stellen auf dieser Oberfläche schnell und berührungslos zu lokalisieren,
- Temperaturverläufe nachzuvollziehen und auffällige Temperaturdifferenzen zu ermitteln.

Bild ❶ zeigt Beispiele thermografischer Untersuchungsergebnisse, die mit bloßem Auge kaum als thermische Auffälligkeiten erkannt worden wären.

2.2 Vorzüge der Thermografie

Thermografie leistet einen beachtlichen Beitrag zur Sicherheit in Bezug auf sachgerechte Brandschadenverhütung. Die Vorzüge der thermografischen Untersuchung sind hier kurz zusammengefasst:

- Reduzierung von Brand- und Unfallgefahren durch Früherkennung von Schwachstellen bzw. Schäden.
- Deutliche Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit und -zuverlässigkeit.
- Ermöglichung einer aussagekräftigen Dokumentation von Anlagenzuständen und potentiellen Risiken.
- Die Dokumentation bietet u.a. eine wichtige Entscheidungshilfe, um notwendige Maßnahmen (z. B. Instandsetzungen, Neuanschaffungen, Modernisierungen etc.) zu planen bzw. vorzunehmen.



❶ Beispiele thermografischer Aufnahmen
Die dargestellten thermischen Auffälligkeiten wären bei einer üblichen Besichtigung kaum erkannt worden.

- Die thermografische Untersuchung wird während des Betriebs durchgeführt und kommt ohne Abschaltung aus (keine Stillstandszeiten), sie setzt die Belastung der Anlage sogar voraus (siehe Abschnitt 2.3).

2.3 Grenzen der Thermografie

Natürlich hat der Einsatz von Thermografie auch Grenzen. So sind Messungen an abgedeckten Objekten (z. B. hinter einer durchsichtigen Scheibe) kaum oder gar nicht möglich. Defekte im Inneren eines Betriebsmittels werden erst dann von außen durch die Thermografie erkannt, wenn sich die im Inneren entstandene Erwärmung auf die Gehäuseoberfläche übertragen hat.

Ein weiteres Kriterium, das beachtet werden muss, ist die jeweilige Belastung der betrachteten elektrischen Betriebsmittel. Abgesehen von der Umgebungstemperatur wird die Erwärmung elektrischer Betriebsmittel hauptsächlich durch den elektrischen Strom beeinflusst.

Jedes elektrische Betriebsmittel, egal ob Kabel, Klemme oder kompletter Verteilerschrank, ist für eine bestimmte Strombelastung ausgelegt und geprüft worden. Wenn der elektrische Strom, der tatsächlich während der Prüfung fließt, in Bezug auf den maximal möglichen Strom zu gering ausfällt, ist eine thermografische Untersuchung nicht möglich oder die Ergebnisse sind kaum korrekt auszuwerten.

Bei einer Thermografiemessung sollte eine Mindestbelastung von 30 % bezogen auf die Nennbelastung vorliegen. Daneben beinhaltet eine sachgerechte Prüfung elektrischer Anlagen auch Prüfschritte, die zunächst gar nichts mit strombedingten heißen Stellen zu tun haben und die dennoch eine enorm wichtige Information für einen sachgerechte Brandschadenverhütung liefern. Die unvollständige Beispielliste im **Kasten** (nächste Seite) macht deutlich, dass Thermografie die wiederkehrende Prüfung der elektrischen Anlage (z. B. nach DIN VDE 0105) nicht ersetzen kann.

2.4 Zusammenspiel der Prüfverfahren

Nach den bisherigen Ausführungen muss ein Fakt deutlich hervorgehoben werden:

Die richtige Lösung für brandschadenverhütende Untersuchungen besteht nicht in einer Entscheidung zwischen Thermografie und bekannter Prüfung elektrischer Anlagen, sondern in der gegenseitigen Ergänzung beider Untersuchungsmethoden!

Die thermografische Untersuchung bringt den erwünschten Erfolg also erst als Ergänzung zur bekannten Prüfung elektrischer Anlagen. Aus diesem Grund wurden bei der Prüfung elektrischer Anlagen, die im Auftrag der Feuerversicherung nach der so genannten Feuerklausel 3602 durchgeführt wird, thermografische Untersuchungen zumindest mit eingeschlossen.

Diese Prüfung der elektrischen Anlage wird besonders in industriellen Anlagen durch den Gebäude-Versicherungsvertrag gefordert, wenn die zuvor genannte Klausel 3602 darin verankert wurde. In den Richtlinien VdS 2871, die dieser Prüfung zugrunde liegen, heißt es hierzu:

„Teil der Prüfung nach Klausel 3602 ist die Temperaturmessung mindestens mittels Infrarot-Thermometer (Pyrometer) – vorzugsweise mit einer entsprechenden Thermografiekamera — unter Berücksichtigung des jeweils vorliegenden Emissionsgrades (und weiterer Parameter).

Dabei werden vor allem folgende Anlagenteile bzw. Betriebsmittel untersucht:

- Anschlussbereiche und wenn möglich Kontakte der NH-Sicherungslasttrenner,
- Klemmvorrichtungen bzw. Klemmleisten in Verteilungen sowie Schalt- und Steuerverteilern,
- Anschlussbereiche und wenn möglich Kontakte von Sammelschienen, Schützen, Kondensatoren usw.,
- Anschlussbereiche und Oberflächen von Transformatoren, Konvertern und Motoren,
- Oberflächen von Betriebsmitteln, bei denen eine gefahrdrohende Erwärmung vermutet werden kann,
- Energiekabel bzw. Kabelbündel.

Auffällige Werte sind im Befundschein zu erwähnen.“

Mit diesen Anforderungen an die Prüfung elektrischer Anlagen ist bereits ein großer Schritt in die richtige Richtung unternommen worden. Natürlich beinhaltet eine professionelle thermografische Untersuchung mit einer Thermografiekamera mehr als einzelne Messungen an ausgewählten Stellen der elektrischen Anlage.

Will der Betreiber eine komplette thermografische Untersuchung mit einer aussagekräftigen und nachvollziehbaren Dokumentation durchführen lassen, muss er eine separate Thermografieprüfung beauftragen. Sinnvollerweise sollte die thermografische Untersuchung stets in Zusammenarbeit mit der für die elektrischen Anlage verantwortlichen Elektrofachkraft durchgeführt, bzw. die Beurteilung der Messung mit dieser besprochen werden.

3 Prüfzyklus

Der Prüfzyklus hängt ab von der Anlagenbeanspruchung, den Umgebungseinflüssen und den Ergebnissen der vorhergehenden thermografischen Überprüfung. Eine einheitliche Empfehlung kann nicht gegeben werden. Sinnvoll ist es, die Anlage in den wichtigsten Teilbereichen jährlich, möglichst in Verbindung mit der vorgeschriebenen Wiederholungsprüfung elektrischer Anlagen durchzuführen. Es ist auch möglich, beide Prüfungen im Wechsel stattfinden zu lassen.

Letztlich muss für den konkreten Fall entschieden werden – je nach Betriebsbedingungen und Zustand der elektrischen Anlage lässt

Beispiele für Grenzen der Thermografie im Brandschutz

Potentialausgleich
- Falscher Potentialausgleich im Gebäude führt in der Regel nicht zur Entstehung heißer Stellen, es können aber Situationen entstehen, die Personen- oder auch Brandgefahren hervorrufen oder begünstigen.

Falsch ausgewählte Überstrom-Schutzeinrichtung
- Gefahr entsteht nur dann, wenn der entsprechende Stromkreis (betriebsbedingt oder auf Grund eines Fehlers) höher belastet wird, was während einer thermografischen Untersuchung jedoch nicht der Fall sein muss.

Nicht korrekt ausgeführter Schutz bei Überstrom
- Kurzschlussschutz und Schutz bei Überlast sind sehr wichtige brandschutztechnische Anforderungen auf die nicht verzichtet werden darf.
- Fehlender Schutz dieser Art macht sich normalerweise erst durch eine zu hohe Erwärmung bemerkbar, wenn es bereits zu spät ist. Thermografie ist hier ungeeignet.

Fehlende Schutzeinrichtungen
- Für Betriebsbereiche mit einer besonderen Gefährdung fordern Normen den Einsatz von zusätzlichen Schutzeinrichtungen (z. B. Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD), Fehlerstrom-Überwachungseinrichtungen (RCM), Isolationsüberwachungen).
- Fehlende Schutzeinrichtungen können thermografisch nicht ermittelt werden, sind jedoch ein erheblicher Mangel bei der Brandschadenverhütung.

Brandschottung
- Zu fachlich korrektem Brandschutz gehört auch baulicher Brandschutz.
- Das Fehlen notwendiger Baumaßnahmen ist durch thermografische Untersuchung nicht feststellbar.

Verteilungssysteme und Struktur der elektrischen Anlage
- Der Prüfer muss feststellen, welches Netzsystem in der elektrischen Anlage vorliegt, denn dabei geht es direkt um Brandschadenverhütung.
- Einige Netzsysteme sind für bestimmte Bereiche oder Räume nicht zulässig (z. B. TN-C-System in feuer- oder explosionsgefährdeten Betriebsstätten).
- Mit Thermografie ist eine Feststellung des Netzsystems nicht möglich.
- Auch wenn das vorliegende Netzsystem erlaubt ist, müssen Nachteile des Systems bekannt sein, um eventuelle Auswirkungen auf einzelne Betriebsmittel und Schutzeinrichtungen feststellen zu können (auch Betriebsmittel und Schutzeinrichtungen, die während der Prüfung kaum oder gar nicht belastet werden).
- Hier ist viel Sachverstand und Fachwissen gefragt (evtl. zusätzliche Messungen nötig, z. B.: Neutralleiter-, Schutzleiter- oder Schirmströme usw.).

Beurteilung technischer Einrichtungen und Verbrauchsmittel
- Bei der Prüfung müssen auch Art und Besonderheiten der technischen Einrichtungen und Betriebsmittel in einer elektrischen Anlage beurteilt werden.
- Technische Einrichtungen, die erfahrungsgemäß Oberschwingungen verursachen, in Verbindung mit einer vorhandenen Kompensationsanlage, die nicht verdrosselt wird, können gefahrdrohende Zustände hervorrufen, die nicht ständig auftreten und die sich deshalb nicht zwingend durch bemerkenswerte Erwärmung erkennen lassen.

Defekte Betriebsmittel
- Defekte Betriebsmittel rufen nicht unbedingt oder konstant höhere Temperaturen hervor, evtl. tritt ein gefährlicher Zustand erst bei hohen Belastungen auf.
- Defekte, die Verschmutzung des Betriebsmittels zur Folge haben, werden erst gefährlich, wenn durch den Verschmutzungsgrad oder Überspannungsbelastungen gefährliche Kriechströme entstehen. Mit thermografischer Untersuchung ist dieser Mangel nicht rechtzeitig erkennbar.

Auswahl der elektrischen Betriebsmittel
- Falsche Auswahl elektrischer Betriebsmittel ist nur selten thermografisch auffällig.
- Brandgefährlicher Mangel entsteht erst, wenn zusätzliche Faktoren wie Umweltbelastungen (Feuchtigkeit, Schmutz), extreme Belastungszustände oder zusätzliche Defekte hinzukommen.

Fehler im Zusammenhang mit dem Schutzleiter
- Korrekter Anschluss des Schutzleiters (PE) ist oft wichtige Vorraussetzung für das Funktionieren von Schutzeinrichtungen (z. B. der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)).
- Mängel am Schutzleiter (PE) oder im Zusammenhang damit (z. B. Abriss oder Bruch des Schutzleiters, Schutzleiter versehentlich abgeklemmt, Schutzleiter durch Betriebsstrom belastet) können durch Thermografie nicht entdeckt werden.

sich ein sinnvoller Prüfzyklus finden. Dabei kann das Ergebnis einer thermografischen Untersuchung auch durchaus dazu dienen, den nächsten Prüftermin festzulegen. Empfehlenswert ist die thermografische Untersuchung
- bei neu errichteten Anlagen bzw. Anlagenbereichen im Rahmen der Erst- oder Abnahmeprüfung. Nicht selten werden bereits bei der Inbetriebnahme gefahrdrohende Zustände, die meist auf Montagefehler zurückzuführen sind, erkannt bevor sie sich schadhaft auswirken können. Dies hat unter Umständen Auswirkungen auf die Gewährleistung.
- in regelmäßigen Abständen bei bestehenden Anlagen.

4 Qualitätsmerkmale

4.1 Messgerät

Damit bei einer thermografischen Untersuchung nicht nur bunte Bilder produziert werden, sind einige Voraussetzungen zu beachten. Zunächst muss der Thermograf ein geeignetes Messgerät verwenden. Dies ist im Wesentlichen eine Thermografiekamera, die über alle notwendigen technischen Merkmale (Optik, Datenspeicher, interne Fehlerkompensationen, geeignetes optisches Auflösungsvermögen, Handlichkeit, Bearbeitungsgeschwindigkeit usw.) sowie Speicher-, Einstell- und Ausgabemöglichkeiten verfügt.

Bei der Prüfung in elektrischen Anlagen werden Thermografiekameras mit sogenannten FPA-Detektoren (FPA = focal plane array) eingesetzt. Die Abtastung der betrachteten Oberfläche wird hierbei mit einer Vielzahl von Einzeldetektorelementen vorgenommen, die auf einer rechteckigen Fläche zusammengefasst sind. Derartige Kameras gibt es in einer Preislage zwischen 9 000 und 60 000 Euro.

4.2 Typische Probleme

Bei einer thermografischen Untersuchung können sowohl während der Messung als auch danach verschiedene Fehler gemacht werden.

Probleme bei der Aufnahme. Der erfahrene Thermograf muss Reflexionen bzw. reflektierende Temperaturen berücksichtigen, den Emissionsgrad der verschiedenen Oberflächen (die z. B. in einer Verteilung sehr zahlreich und unterschiedlich ausfallen können) beachten, das Auflösungsvermögen seiner Kameraoptik kennen und beherzigen usw. Insgesamt muss er genau wissen, wodurch die Messergebnisse beeinflusst oder verfälscht werden können. Das bedeutet, der Thermograf benötigt ausreichende Kenntnisse über:
- die physikalischen Zusammenhänge und Hintergründe der Thermografiemessung,
- die notwendigen und möglichen Kameraeinstellungen sowie
- die fachtechnisch korrekte Handhabung der Thermografiekamera.

Liegen diese Kenntnisse und die damit verbundenen Erfahrungen nicht vor, ist das Ergebnis der Untersuchung in Frage zu stellen.

Probleme bei der Interpretation. Die Besonderheit der Elektrothermografie besteht darin, dass hierbei elektrische Betriebsmittel untersucht werden, die sich je nach vorliegender Belastung entsprechend erwärmen. Die Höhe der sich einstellenden Temperatur hängt u. a. vom Belastungsstrom ab sowie von Art und Aufbau des elektrischen Betriebsmittels. Dabei muss beachtet werden, dass festgestellte Temperaturen bei einem bestimmten Betriebsmittel u. U. als gefahrdrohend angesehen werden müssen, während dieselben Temperaturen bei anderen Betriebsmitteln

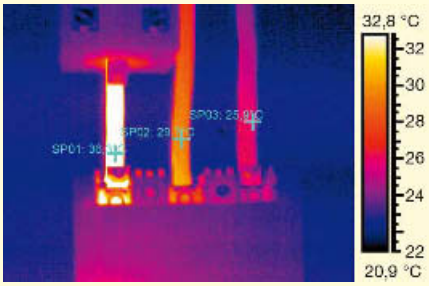
eher normal sind. Eine vorgefundene heiße Stelle kann also nicht pauschal als Gefahrenquelle definiert werden. Auch auffällige Temperaturdifferenzen sind nicht immer ein Zeichen für Gefahren, da diese z. B. auch durch asymmetrische oder ganz einfach unterschiedliche Belastungen, wie sie häufig in elektrischen Anlagen anzutreffen sind, hervorgerufen werden (Bild ❷).

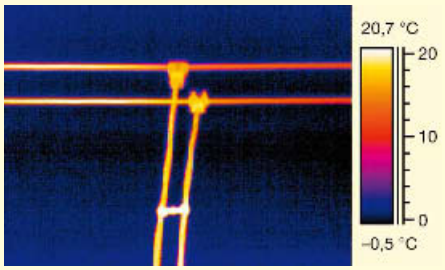
Daneben gibt es viele andere, gefahrlose Ursachen für das Auftreten besonders starker Temperaturschwankungen innerhalb eines elektrischen Betriebsmittels (Bild ❸). Andererseits kann es durchaus sein, dass kleinere Temperaturdifferenzen auf einen Mangel hinweisen, der nicht zu unterschätzen ist.

Hier ist also sehr viel Erfahrung und elektrotechnisches Fachwissen gefragt, damit thermische Auffälligkeiten nicht vorschnell als abzustellende Mängel deklariert werden, während andere wichtige Ergebnisse der thermografischen Untersuchung unbeachtet bleiben.

Desweiteren sind Wärmestrahlungen durch benachbarte Betriebsmittel zu berücksichtigen, die nicht immer sofort erkennbar sind. Der Thermograf muss daher ausreichende Kenntnisse über das Erwärmungsverhalten elektrischer Betriebsmittel besitzen. Dabei sind Normen, Herstellerangaben und fachtechnisches Wissen von großer Bedeutung, denn sonst wird die Interpretation der vorgefundenen thermografischen Auffälligkeiten zu einem Ratespiel. Oft müssen zusätzliche Messungen vorgenommen werden, um weitere Parameter zu ermitteln (z. B. Betriebsstrom

❷ Thermografische Aufnahme eines Leistungsschalters, der einer Lichtverteilung vorgeschaltet ist
Im Außenleiter L1 ist deutlich eine thermische Auffälligkeit zu sehen. Eine Strommessung zeigte jedoch eine extrem unsymmetrische Belastung der Außenleiter, wodurch diese Temperaturdifferenzen zu erklären sind.





❸ Thermische Auffälligkeit bei einem Betriebsmittel im Hochspannungsbereich, die keinerlei Relevanz besitzt
Es handelt sich um einen Abstandhalter aus magnetischem Material. Ein brandgefährlicher Strom fließt nicht, vielmehr wird die Erwärmung durch Induktion hervorgerufen. Quelle: VdS

Kompetenz des Thermografen

Da ausreichende Kompetenz beim Thermografen vorausgesetzt werden muss, wurde ein Anerkennungsverfahren für Elektrothermografen erarbeitet, dass von VdS Schadenverhütung betreut wird.
In einer Liste von Sachverständigen für Elektrothermografie (VdS 2861) werden die Thermografen aufgeführt, die sich dieser Kompetenzprüfung unterzogen haben und verpflichtet sind, die vorgeschriebene Dokumentation zu verwenden.
Zur Vereinheitlichung dieser Kompetenz und um Lücken in der Beurteilung der Erwärmung von elektrischen Betriebsmitteln zu schließen, ist eine 40-stündige Ausbildung eingerichtet, die mit einer schriftlichen Prüfung abgeschlossen wird. Ihr Bestehen ist Voraussetzung für die Anerkennung zum „VdS-anerkannten Sachverständigen für Elektrothermografie“

Auskünfte unter:
hschmolke@vds.de
oder
www.vds.de

mittels Stromzange). Derartige Messungen können notwendig sein, um eine sachgerechte Interpretation der thermografischen Bilder möglich zu machen. Das bedeutet, dass der Thermograf auch mit diesen Messmethoden vertraut sein muss.
Es gibt thermografische Dokumentationen, die lediglich aus bunten Bildern bestehen, jedoch wenig Hilfe bieten, um daraus sinnvolle Schlüsse zu ziehen und entsprechende Maßnahmen vorzunehmen.
Andererseits ist es auch schon vorgekommen, dass Mängel an elektrischen Betriebsmitteln festgestellt wurden, die kostspielige Neuinstallationen oder Reparaturen zur Folge hatten, obwohl die entsprechenden Betriebsmittel völlig korrekt gearbeitet haben. Da die festgestellte Erwärmung durchaus üblich war, hätte es unter Berücksichtigung der entsprechenden Normen keinen Anlass zur Sorge geben müssen.

Probleme mit der Dokumentation. Die genannten Probleme bei der Interpretation thermografischer Untersuchungen hängen eng mit deren Dokumentation zusammen. Sie muss so ausgeführt sein, dass jemand, der nicht bei der Untersuchung dabei war, nur auf Grundlage der Dokumentation und mit ausreichenden elektrotechnischen Kenntnissen in der Lage ist

- die Aussage der thermografischen Bilder zu verstehen,
- deren Tragweite richtig einzuschätzen und
- die vom Thermografen vorgeschlagenen Maßnahmen umzusetzen.

Ebenso muss es in Zweifelsfällen möglich sein, die Aussagen des Thermografen nachzuvollziehen bzw. zu hinterfragen. Voraussetzung dafür ist, dass der Thermograf sämtliche Parameter für die Kameraeinstellung sowie Messwerte die er durch zusätzliche Messungen (z. B. Strom, Temperatur, Windgeschwindigkeit usw.) ermittelt hat, in der Dokumentation angibt.
In diesen kurzen Aussagen zur Dokumentation verbergen sich sämtliche Anforderungen an die Ergebnisse einer thermografischen Untersuchung. Nach diesen Aussagen muss z. B. ein vorgefundener Mangel eindeutig und ohne langes Suchen auffindbar sein. In der Dokumentation müssen Vorschläge für eine mögliche Behebung des Mangel enthalten sein. Auf besonders brisante Gefahren muss genügend auffällig hingewiesen werden.

5 Zusammenfassung

Dieser Beitrag verdeutlicht, dass die Thermografie ein durchaus probates Mittel ist, um die Sicherheit vor Brandschäden in elektrischen Anlagen zu erhöhen. Sie ist allein schon deshalb vorteilhaft, weil sie ohne Gefahr für den Prüfer bei laufendem Betrieb durchgeführt wird, also keine Abschaltung oder Stillstandszeiten verursacht. Jedoch müssen dabei immer sowohl die Möglichkeiten als auch die physikalisch-technischen Grenzen einer solchen Untersuchung berücksichtigt werden.
Weiterhin wurde die Aussage wiederlegt, dass Elektrothermografie die übliche Prüfung elektrischer Anlagen ersetzen kann. Nur die Kombination der üblichen Wiederholungsprüfung mit der thermografischen Untersuchung verspricht eine tatsächliche Erhöhung der Sicherheit.
Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, dass eine thermografische Untersuchung nur Sinn macht, wenn die notwendige technische Ausrüstung vorhanden ist und der Thermograf die benötigten Kenntnisse besitzt. Dabei muss besonders betont werden, dass die Länge der Erfahrung einer Person keine ausschlaggebende Rolle spielt, denn auch ein Fehler, der jahrzehntelang begangen wird, bleibt ein Fehler. Gerade bei der Thermografie in elektrischen Anlagen ist eine überprüfbare Kompetenz gefragt, die dieses Untersuchungsverfahren erst zu einem nutzbaren Instrument macht.
Die von VdS-anerkannten Sachverständigen für Elektrothermografie verfügen über die nötige Kompetenz und können diese mit einem Zertifikat belegen.

Literatur

[1] *Krüll, S.:* Früherkennung von Mängeln durch Infrarot-Thermografie. Elektropraktiker, Berlin 57(2003)11, S. 876-878.