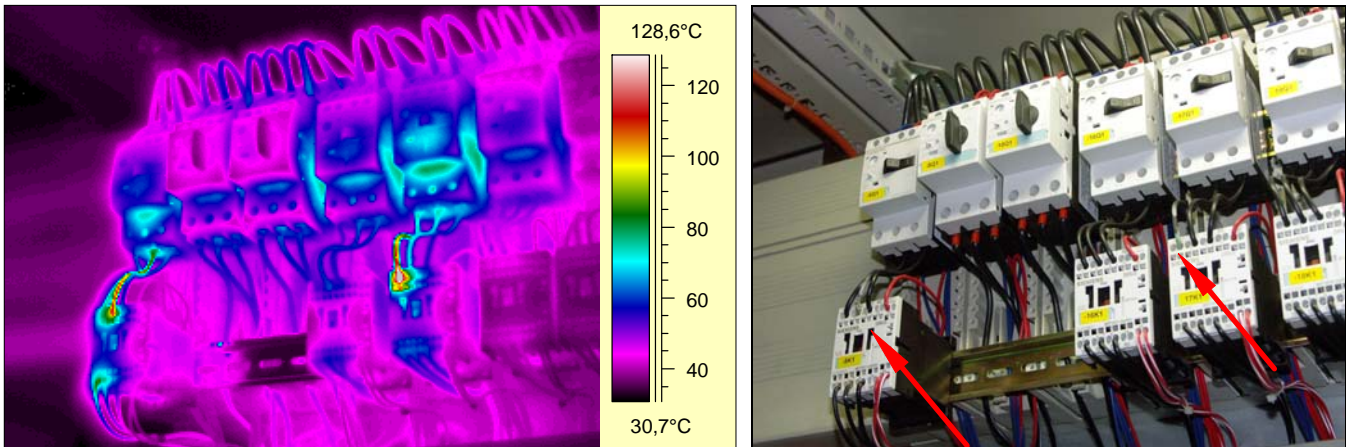


Ist die Anschaffung einer eigenen Infrarot-Kameratechnik für betriebsinterne Messaufgaben sinnvoll?

Durch neuartige Infrarot- Kamerakonzepte und drastischen Einsparungen an der Kameratechnik sind einfache Geräte in den letzten Jahren sehr im Preis gesunken. Darüber hinaus lassen massive Werbekampagnen der Herstellerfirmen viele Betriebe darüber nachdenken, ob sich nicht eine eigene Infrarotkamera rechnet. Viele vergessen jedoch, dass man mit einer preiswerten Kamera nur eingeschränkte Messungen vornehmen kann und dass die Versicherungswirtschaft einiges zur Anerkennung der Überprüfungen an Technik und Messpersonal fordert, was die Kosten für eine einfache Infrarotkamera übersteigt.



Mit einer billigen Infrarotkamera wären diese zu heißen Anschlüsse mit den kleinen Kabelquerschnitten mit großer Wahrscheinlichkeit unerkannt geblieben

Entwicklung der Kameratechnik

Seitdem Infrarot- Kamerasysteme hergestellt werden, sind diese sehr kostenintensiv. Ab 1955 werden bildgebende kommerzielle Geräte eingesetzt, die unterschiedliche Detektoren benutzen. 1960 wurde von der Firma AGA die erste transportable Infrarotkamera mit einem Gewicht von 43 kg gebaut. Besonders unter Einfluss des Militärs, ist die Infrarot- Kameratechnik immer kleiner und leistungsfähiger geworden. Bis 1996 baute man überwiegend Scannerkameras, welche im kurzwelligen Infrarotbereich (3-5µm) arbeiten. Die Detektoren

wurden mittels flüssigem Stickstoff (-196°C), thermoelektrischer Kühlung (Peltier Kühler bis -110°C bei mehrstufigem Aufbau) oder Kältemaschine (Helium gefüllter Stirling- Kühler bis -196°C) gekühlt. Hohe Entwicklungskosten, hochwertige Materialien, viel Feinmechanik und geringe Stückzahlen haben den Preis viele Jahrzehnte nicht sinken lassen. Ab 1996 werden ungekühlte Microbolometerkameras produziert. Bedingt durch die neue Technik, sind weniger bewegte Teile in den Infrarot- Kamera vorhanden. Die Microbolometerkameras arbeiten

im langwelligen Infrarotbereich (7-13µm). Für die meisten Messaufgaben hat der Wellenlängenbereich eine untergeordnete Bedeutung, die physikalischen Gesetzmäßigkeiten müssen jedoch bei beiden Systemen berücksichtigt werden. Spezielle Messungen können jedoch nur realisiert werden, wenn diese mit einer kurzwelligen oder einer langwelligen Infrarot- Kamera oder einer besonders schnellen Kamera durchgeführt werden. Somit haben beide Systeme auch heute noch ihre Berechtigung.

Preisreduzierung durch neue Kameratechnik

Durch die neue Microbolometer-technik ist es erstmalig gelungen, den Preis für die Kameras zu senken. Aus den Forschungen dieser Entwicklung wurden vor einigen Jahren neben den qualitativ sehr hochwertigen Infrarotsystemen, welche auch weiterhin sehr preisintensiv sind, kostengünstigere Modelle entwickelt. Um diese billigen Geräte

bauen zu können, wurde immer mehr eingespart und vereinfacht. Durch die Reduzierung von allem, was nicht unbedingt benötigt wird und durch den Einbau einfacher, unempfindlicher Detektoren mit geringer Bildpunktanzahl, leidet in erster Linie die Qualität, die Empfindlichkeit, die Messgenauigkeit, die Reproduzierbarkeit und die Auflösung der

Geräte. Man muss immer unterscheiden, was möchte man mit der Technik erreichen? Die einfachen, kostengünstigen Geräte haben ihre Berechtigung in einem gelegentlichen Einsatz oder bei der Nachkontrolle. Um komplexe Messaufgaben lösen zu können, sind diese Infrarotgeräte jedoch nicht geeignet.

Technik für ausreichend genaue Infrarotmessungen

Für reproduzierbare Infrarotbilder mit hohen Messgenauigkeiten und kleinen Messflecken, müssen trotz der angebotenen Billigkameras Summen ab **10.000,- EUR** veranschlagt werden. Erst ab diesem Preissegment hat man eine Technik zur Verfügung, mit der man solide arbeiten kann. Das Sprichwort „Wenn man kein Geld hat, so sollte man sich keine billigen Sachen kaufen!“ trifft auch bei den Infrarotkameras zu. Durch die kleine Bildpunktanzahl der billigen Geräte, die schlechte geometrische Auflösung IFOV (Instantaneous Field Of View) und die kleinen optischen Linsen sind diese Geräte nicht in der Lage, z.B. Kabel mit kleinem Querschnitt sicher zu erfassen und richtig zu messen

Für viele Messaufgaben ist es wichtig, verschiedene Infrarotobjektive einzusetzen. Billige Geräte bieten i.d.R. keine Möglichkeit, verschiedene Objektive zum Einsatz kommen zu lassen. Die preisintensiveren Geräte dagegen bieten die Möglichkeit, verschiedene Objektive je nach Messaufgabe zu wählen. Hier ist aber zu bedenken, dass ein Infrarotobjektiv oft den Kamerapreis übersteigt, da

spezielle Materialien eingesetzt werden müssen. Die Linsen der Objektive können physikalisch bedingt nicht aus Glas hergestellt werden, da Glas für die Infrarotstrahlung nicht durchlässig ist. Es können also nur spezielle Linsen aus geeigneten Materialien (z.B. Silizium, Saphir, Germanium usw.) Verwendung finden, was den Preis sehr in die Höhe treibt. So kostet, auch in der jetzigen Zeit, z.B. ein einzelnes Teleobjektiv mit einem Linsendurchmesser von 15cm über **10.000,- EUR**. Das teure Linsenmaterial der Kameras im untersten Preissegment kann nicht verändert werden. Hier versucht man möglichst kleine Linsen zu verwenden, um Kosten einzusparen. Der Linsendurchmesser eines teuren Systems ist oft 4- mal so groß, wie der Linsendurchmesser einer billigen Kamera. Dadurch sinkt die Empfindlichkeit eines Billigergerätes drastisch. Dies ist mit der Lichtempfindlichkeit eines Fotoapparates zu vergleichen. Je größer der Objektivdurchmesser, um so lichtempfindlicher ist die Kamera. Bei einer Infrarotkamera kann bei einem großen Linsendurchmesser mehr Energie pro Zeiteinheit vom Detektor

erfasst werden. Das Ergebnis ist eine empfindliche Infrarotkamera.

Zur Brandbekämpfung haben Feuerwehren oft Infrarotkameras, welche jedoch meist nur dafür ausgerichtet sind, Glutnester zu orten. Mit den dafür konzipierten Geräten sind Elektroanlagenüberprüfungen unmöglich.

Um professionelle Infrarotmessungen durchführen zu können, muss man auf Profigeräte zurückgreifen. Sollte sich bei den Messungen der Einsatz von Filter, Blenden oder verschiedenen Objektiven erforderlich machen, diese Infrarotkameras bieten diese Möglichkeiten. Profigeräte bieten eine hohe Messgenauigkeit, ein kleines IFOV (s. Titelbild) und sind für Messungen auch unter rauhern Bedingungen konzipiert. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Profigeräte ab **30.000,- EUR** zu erwerben sind. Mit einigen Objektiven ist es auch kein Problem, auf einen Preis von über **60.000,- EUR** zu gelangen. Auch der Bundesverband für Angewandte Thermografie empfiehlt für qualitativ hochwertige Messungen nur diese Geräte.

Qualifizierung des Messpersonals

Jede Infrarotmessung ist eine berührungslose Messung, bei der die Grundlagen der Strahlungsphysik wie Messentfernung, Emissions- und Reflektionseigenschaften der zu messenden Oberflächen genau so beachtet werden müssen, wie die fachgerechte Handhabung und Bedienung derameratechnik. Auch die spätere Auswertung ist nicht unproblematisch. Da diese Sachverhalte durch den Einsatz der billigen Geräte seitens ungeschulter Anwender meist nicht mehr gegeben ist, besteht der Verband der Sachversicherer VdS auf einer Qualifizierung und

Zertifizierung der mit den Messaufgaben beauftragten Personen. Leider ist es in der Vergangenheit immer wieder vorgekommen, dass die Kombination von unqualifiziertem Personal, gepaart mit billiger Infrarot- Kameratechnik, zu gravierenden Falschmessungen geführt hat. Bunte Bilder erhält der Auftraggeber in jedem Fall, ob die Aufgabenstellung damit jedoch erfüllt wird, bleibt mehr als fraglich. Bei sicherheitsrelevanten Fragen ist es fahrlässig, die Messungen von unqualifiziertem Personal mit ungeeigneter Kameratechnik durchführen zu lassen. Bei zertifiziertem Personal kann i.d.R.

ein hoher Fachwissensstand vorausgesetzt werden. Aus diesem Grund gibt es seit einigen Jahren eine Zertifizierung in 3 Stufen, wobei die Stufe 1 die niedrigste Qualifizierungsstufe ist. Die Zertifizierung nach Stufe 2 sollte bei selbständig tätigen Messingenieuren oder bei dem Betriebspersonal, welche mit diesen Aufgaben beauftragt werden, vorhanden sein. Erst ab der Stufe 2 sind die Personen zum selbständigen Arbeiten berechtigt. Sie ist Grundlage für eine seriöse Auftragsabwicklung mit einer hohen Fachkompetenz.

Die 3 Qualifizierungsstufen nach DIN 54162 und DIN EN ISO 9712 bedeuten im Einzelnen (bis 2012 war die DIN EN 473 gültig)

Stufe 1:

Eine Person, die in der Stufe 1 zertifiziert ist, hat die Fähigkeit nachgewiesen, thermografische Messungen nach einer Prüfanweisung **unter Aufsicht**

von Personal auszuführen, das höher zertifiziert ist (Stufe 2- oder 3- Personal). Stufe 1- Personal ist innerhalb des auf dem Zertifikat festgelegten Aufgabenbereiches

autorisiert. Stufe 1- Personal wird in der Regel bei Gruppenarbeit oder in der Fertigung eingesetzt.

Stufe 2:

Eine Person, die in der Stufe 2 zertifiziert ist, hat die Fähigkeit nachgewiesen, thermografische Messungen nach aufgestellten oder allgemein anerkannten Verfahrensweisen durchzuführen und zu überwachen. Stufe 2- Personal ist innerhalb des auf dem Zertifikat festgelegten Aufgabenbereiches autorisiert, insbeson-

dere Prüfanweisungen für sektorspezifische Anwendungen zu erstellen. Es sind fünf Anwendungsbereiche, auf dem Zertifikat als Sektoren bezeichnet, vorge-

- Aktive Thermografie (Materialprüfungen auf Trennungen und Einschlüsse)
- Bauthermografie

- Industriethermografie
- Elektrothermografie
- Sondermessungen

Ein selbständiger Dienstleister oder eine betriebsinterne Arbeitskraft sollte über eine solche Stufe 2- Zertifizierung auf seinem Anwendungsgebiet verfügen.

Stufe 3:

Eine Person, die in der Stufe 3 zertifiziert ist, hat die Fähigkeit nachgewiesen, jede Tätigkeit auszuüben und zu leiten, für die sie zertifiziert ist. Eine in der Stufe 3 zertifizierte Person darf Prü-

fungsanweisungen und Verfahrensbeschreibungen aufstellen und alle Aufgaben der Stufe 1 und Stufe 2 übernehmen und überwachen. Eine Stufe 3- Person ist als Prüfungsaufsicht autorisiert

und kann die Qualifizierungsprüfungen im Auftrag der Zertifizierungsgesellschaft abnehmen.

Weitere Kriterien der Zertifizierungsstufen 1, 2 und 3 sind in der DIN 54162 enthalten, die alle Zertifizierungen in Deutschland regelt.

Möchte eine Person z.B. eine Stufe 2- Zertifizierung ablegen, so muss als erstes ein Lehrgang Stufe 1 besucht werden. Danach, kann nach einer vorgeschriebenen Praxiszeit eine Schulung Stufe 2 mit anschließender Zertifizierung erworben werden. Die Zertifizierung beinhaltet einen 5-tägigen Lehrgang mit anschließender Prüfung. Für jede

Zertifizierungsstufe müssen Kosten von ca. **2.200,- EUR** veranschlagt werden (keine Hotel-, Fahrtkosten, Arbeitsausfall usw. eingerechnet). Die Stufe 3- Zertifizierung weicht von den üblichen Zertifizierungen ab, da diese in einen Objektkunde- Teil von 5 Tagen Dauer und einen BASIC- Teil von 4 Tagen Dauer unterteilt ist. Die Kosten liegen hier bei ca. **4.000,- EUR** (wieder keine Hotel-, Fahrtkosten, Arbeitsausfall usw. eingerechnet). Jede Zertifizierung nach DIN 54162 und DIN EN ISO 9712 besitzt eine Gültigkeit von 5

Jahren. Nach dieser Zeit ist eine Rezertifizierung notwendig, welche weitere Kosten verursacht. Nach 10 Jahren ist zusätzlich eine Prüfung abzulegen.

Wie schon erwähnt, werden für die Untersuchung von Elektroanlagen seitens der deutschen Versicherungswirtschaft besondere, weitergehende Anforderungen an Prüfpersonal und Ausrüstung gestellt, was in der Zertifizierung als VdS anerkannter Sachverständiger für Elektrothermografie zum Ausdruck kommt.

Grundvoraussetzungen zum VdS - anerkannten Sachverständigen für Elektrothermografie

- Ausbildung als Geselle, Meister, Techniker oder Ingenieur im Fach Elektrotechnik
- Für Ingenieure anderer technischer Fachrichtungen ist der Nachweis als Elektrofachkraft nach DIN VDE 1000-10, Abschnitt 4.2, zu erbringen
- mindestens Stufe 1- Zertifikat o.g. Normen
- mindestens 1- jährige Berufspraxis
- Einsatz einer geeigneten IR-Kameratechnik
- Bescheinigung der ausreichenden Sehfähigkeit nach DIN EN ISO 9712

Auch die Zertifizierung zum Sachverständigen für Elektrothermografie (IT 2 Elektro) oder dem VdS anerkannten Sachverständigen für Elektrothermografie beinhaltet einen 5-tägigen Lehrgang mit anschließender Prüfung. Die Kosten für jede der beiden Zertifizierungen betragen ca. **3.000,- EUR** (keine Hotel-, Fahrtkosten, Arbeitsausfall usw. eingerechnet). Auch bei der Zertifizierung zum Sachverständiger für Elektrothermografie (IT 2 Elektro) und der VdS Zertifizierung ist eine Rezertifizierung nach 5 bzw. 4 Jahren notwendig, um die Gültigkeit

weiter zu erhalten. Hier entstehen natürlich ebenfalls wieder Rezertifizierungskosten. Werden Elektroanlagen entsprechend den Forderungen der Brandschutzversicherungen untersucht, so schreibt der VdS eine regelmäßige Kalibrierung der Kameratechnik vor. Hier entstehen erneut Kosten von ca. **1.500,- EUR** (abhängig von der Kameratechnik und der Anzahl der Objektive). Innerhalb des Zertifizierungszeitraumes von 4 Jahren schreibt der VdS 2 Fortbildungen vor. Die Kosten für diese beiden Fortbildungen belaufen sich auf ca. **2.000,- EUR** im Zertifizierungszeitraum.

Kostenvergleich zwischen internen und externen Messungen

Oft stehen nicht genug betriebsinterne Arbeitskräfte zur Verfügung, die anstehenden Arbeiten termingerecht abzuarbeiten. Will man sich jetzt noch mit der Messung von Elektroanlagen, der notwendigen Auswertung und den Berichten für die Versicherungen beschäftigen, so bleiben noch mehr Arbeiten liegen oder eine weitere Person muss eingestellt werden. Dies bedeutet aber auch wieder Kosten von rund **60.000,- EUR** pro Person und Jahr.

Renommierte Ingenieurbüros besitzen ein großes Wissen und viele Erfahrungen und mehrere hochwertige Infrarotsysteme. Somit können für die unterschiedlichsten Aufgaben die optimalen Kameratechniken gewählt werden - ein gravieren-

der Vorteil von einem externen Dienstleistungsanbieter.

Alle die genannten Kosten muss man dem Dienstleistungssatz eines externen Ingenieurbüros gegenüberstellen, will man die Überprüfungen im eigenen Hause durchführen. Die reinen Kamerakosten sind hier nur ein Teil des finanziellen Aufwandes. Personal-, Schulungs-, Zertifizierungs- und Kalibrierungskosten sind mindestens genau so hoch wie die Gerätekosten. Mit einem Billigerät ist man sehr in den Messaufgaben eingeschränkt, bzw. sie sind ab einer gewissen Spannungsebene unbrauchbar. Es ist davon auszugehen, dass ein turnusmäßiger Dienstleistungseinkauf in den überwiegenden Fällen kostengünstiger sein wird. Die Versicherungswirtschaft fordert,

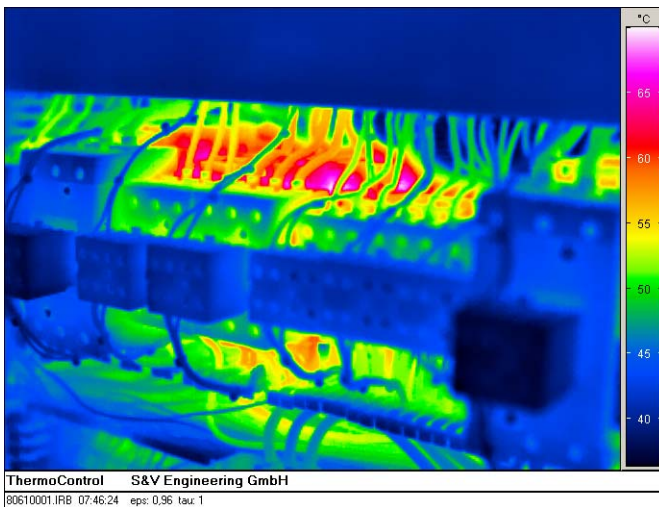
in erster Linie in ihrem eigenen Interesse, die Überprüfungen der Elektroanlagen zum vorbeugenden Brandschutz durch ein **externes**, qualifiziertes und zertifiziertes Ingenieurbüro. Unter diesen Gegebenheiten werden oft Preisnachlässe bei den Versicherungspolicen gewährt, da die Brandrisiken durch die Infrarotmessungen erheblich reduziert werden. Nicht zuletzt wird durch die turnusmäßigen Überprüfungen auch die Verfügbarkeit der Energieversorgung bei der eigenen Produktion erhöht, die Sicherheit erhöht und somit die Stillstandszeiten reduziert. Die Begutachtung der elektrischen Anlagen durch betriebsinternes Personal akzeptiert die Versicherung i.d.R. nicht.

Vergleich zwischen einer guten Infrarotkamera und einem Billiggerät

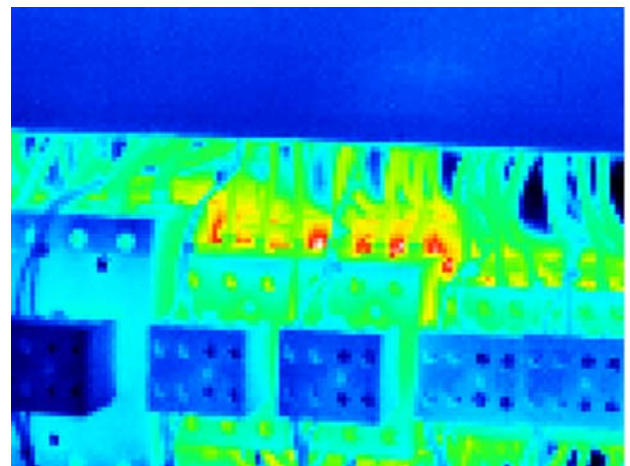
Um die meist kleinen Kabelquerschnitten bei Elektroanlagen sicher und effizient untersuchen zu können, sind Infrarotkameras notwendig, welche diese Voraussetzungen besitzen (s. Bilder auf der Titelseite). Wie schon erläutert, bieten preiswerte Kameras diese Möglichkeiten nicht. Durch die geringe Bildpunktanzahl und durch Objektive mit kleinem Durchmesser sinkt die geometrische und thermische Auflösung und somit die Möglichkeit kleine Objekte messen zu können. Eine Überprüfung von Niederspan-

nungsanlagen ist somit schlecht oder gar nicht möglich sind. Fehler an kleinen Kabelquerschnitten bleiben unerkannt. Eine thermografische Überprüfung von Elektroanlagen mit dieser Technik wird fragwürdig und eine Anerkennung der Messungen durch die Versicherungswirtschaft ist nicht mehr gegeben. Die Kosten für eine Überprüfung mit schlechter Infrarottechnik kann sich die Firma sparen, man sollte sie in diesen Fall effektiver zur Anschaffung von leistungsfähigen Feuerlöschern nutzen.

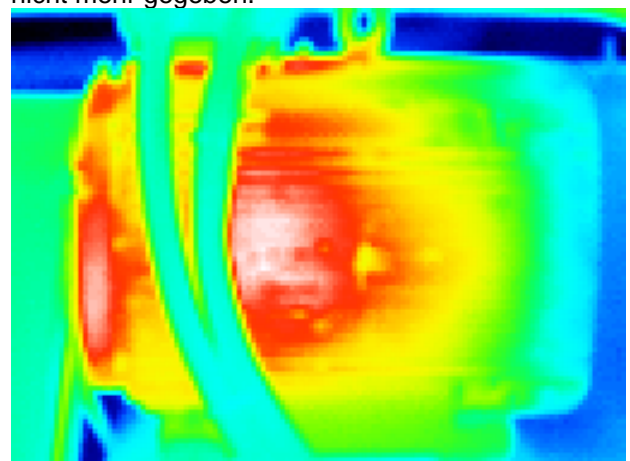
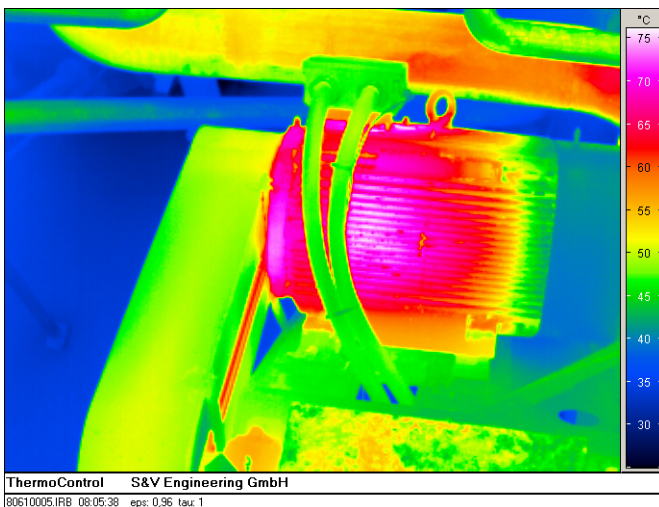
Die unteren vier Infrarotbilder zeigen den gleichen Ausschnitt eines Schaltschranks, bzw. eines Elektromotors, aufgenommen zum gleichen Zeitpunkt aus der selben Messentfernung. Die linken Infrarotbilder wurde mit einer Infrarotkamera aufgenommen, welche den Anforderungen für eine solche Überprüfung gerecht wird. Die rechten Infrarotbilder, aufgenommen mit einer preiswerten Infrarotkamera, lassen erhebliche Zweifel an der Beurteilung der Elektroanlagen aufkommen.



Bei einer leistungsfähigen Infrarotkamera mit einer guten geometrischen Auflösung wird jedes auch noch so kleine Kabel im Infrarotbild sichtbar. Thermische Fehlerstellen können somit sicher lokalisiert werden. Diese Bilder sind sehr detailreich und aussagekräftig.



Die beiden rechten Infrarotbilder einer preiswerten Infrarotkamera lassen starke Zweifel an der Beurteilung des thermischen Zustandes von Elektroanlagen aufkommen. Eine sichere Überprüfung der Anlagen ist auch vom Fachmann nicht mehr gegeben.



Autor

Dipl. - Ing. *Sönke Krüll* ist Geschäftsführer des Ingenieurbüros **Industrie Thermografie Krüll**, D - 99891 Tabarz/Thür.
www.ITK-MESSTECHNIK.de
Tel.: 03 62 59 / 50 991, Fax: 50 999
e-mail: itk.s.kruell@t-online.de