



VATh- Richtlinie: Elektrothermografie

**zur Planung, Durchführung und Dokumentation
infrarot- thermografischer Messungen an elektri-
schen Anlagen und Bauteilen**

VATh- Directive: Electrical thermal imaging

Planning, realization and documentation of infrared measurements in electrical systems and components.

Directive du VATh: Thermographie électrique

Pour la planification, réalisation et documentation de mesures infrarouges d'installations et d'équipements électrotechniques

Erläuterungen zur Richtlinie:

Diese Richtlinie dient als Hilfestellung, Information und Übersicht zur Planung, Durchführung und Dokumentation infrarotthermografischer Messungen an elektrischen Anlagen und Bauteilen.

Diese Richtlinie stellt in seiner Fassung den aktuellen Stand der Technik dar.

Diese Richtlinie besteht aus 8 Seiten

VATh- Richtlinie: „Elektrothermografie“

Fassung vom 08. Dezember 2010

Herausgeber:

Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V.

Am Burgholz 26

D-99891 Tabarz

Tel: + 49 36259 -311444

Fax: + 49 36259 -311445

© Alle Rechte beim Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V.

Die Angaben in dieser Richtlinie stützen sich auf den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse. Der Bundesverband kann jedoch keinerlei Haftung übernehmen. Vorschläge oder Einwände, die ggf. bei einer Neuauflage berücksichtigt werden können, sind an die Geschäftsstelle des Verbandes zu richten. Bei Streitfällen ist die deutsche Fassung gültig.

1. Ausbildung.....	3
2. Gesundheit.....	3
3. Schutzausrüstung.....	4
4. Vorschriften	4
5. Ablauf	4
6. Messtechnik	4
7. Auswertungssoftware	5
8. Auswertung	5
9. Basisdokument.....	6
10. Auswertungsdokument.....	6

1. Ausbildung

Folgende Ausbildungsgrundlagen müssen vorhanden sein und stellen die Ausbildungsbasis dar:

- a) Abgeschlossene Ausbildung im Bereich der Elektrotechnik mit der Qualifikation als Geselle, Meister oder Ingenieur. Für Ingenieure von Hoch und Fachschulen ohne Ausbildung als Elektrofachkraft wird ein Nachweis als Elektrofachkraft nach DIN VDE 1000-10 / 4.2 gefordert.
- b) Mindestens 2-jährige Berufserfahrung im Bereich der Elektrothermografie und mehrjährige Tätigkeit im Bereich der Elektrotechnik laut VDE1000-10 / 4.2 (Anmerkung: mehrjährige Tätigkeit auf dem betreffenden Arbeitsgebiet)

Grundsätzlich ist mindestens die Stufe 1 oder eine vergleichbare EU- Richtlinie vorzuweisen, sowie ein Ausbildungslehrgang im Bereich der elektrischen Bauteilkunde incl. der thermografischen Bewertung zu absolvieren. Entsprechend den Richtlinien für Personal der zerstörungsfreien Prüfung dürfen Personen die Messungen und Auswertungen nur ohne Aufsicht einer Stufe 2 oder 3 zertifizierten Person durchführen, wenn sie nach DIN 54162 / DIN EN 473, Stufe 2 oder Stufe 3 zertifiziert sind.

Durch ein generell erhöhtes Brandrisiko in den Unternehmen muss die zu prüfende Person Erwärmungen an Bauteilen und Verbindungen sicher beurteilen können. Daher sollten also auch nur die Personen Elektroanlagen untersuchen, welche entsprechend den Forderungen der Versicherungswirtschaft, das Zertifikat "Sachverständiger für Elektrothermografie (IT 2 Elektro)" oder "VdS anerkannter Sachverständiger für Elektrothermografie" vorweisen können.

2. Gesundheit

Vorlage eines Sehtestes, der im Zyklus von einem Jahr erneuert werden muss.

Es wird darauf hingewiesen, dass im Bereich der Elektrothermografie erhöhte gesundheitliche Risiken bestehen. Dies sollte besondere Beachtung finden, bei Personen mit Herzschrittmachern und bei Personen die zu Schwindel- oder Epilepsieanfällen neigen. Hochspannungsanlagen dürfen durch Personen mit Herzschrittmachern nicht betreten werden.

3. Schutzausrüstung

Der Thermograf hat die nach den gültigen UVV und sonstiger gültiger Vorschriften vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung zur eigenen Sicherheit zu benutzen, bzw. vorzuhalten.

4. Vorschriften

Grundsätzlich sollte das Thermografiepersonal, welches die elektrischen Anlagen überprüft, unabhängig (kein betriebseigenes Personal) sein. Damit soll gewährleistet werden, dass keine negative Einflussnahme eines Vorgesetzten oder der Geschäftsleitung auf die Überprüfung stattfindet. Hier sollte die Sicherheit bzw. Brandschutz vorrang haben.

5. Ablauf

Der Thermograf führt die Überprüfung wenn möglich mit einer Elektrofachkraft des zu überprüfenden Betriebes / Energieversorgungsunternehmens durch.

Es ist davon auszugehen, dass die Überprüfung der elektrischen Anlagen als Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Prüfung gelten kann. Bei der Überprüfung sollte die elektrische Anlage mit mindestens 10% der Nennlast belastet sein. Dabei ist in Kauf zu nehmen, dass nicht alle Anlagen unter Last stehen und es möglich ist, dass noch Fehler unerkannt bleiben. Eine turnusmäßige Überprüfung ist daher sinnvoll, um die statistische Sicherheit zu erhöhen. Hierzu ist eine gesonderte Gefährdungsbeurteilung durch den Auftraggeber durchzuführen.

6. Messtechnik

Eingesetztes Messsystem:	Das Messsystem muss ein bildgebendes System mit den folgenden Kriterien sein:
Spektralbereich:	sowohl der mittelwellige (2- 5 μ m) als auch der langwellige (7- 12 μ m) Spektralbereich ist nutzbar
Temperaturmessbereich:	- 20°C bis + 500°C
Einsatzbereich:	- 10°C bis + 40°C
Bauform:	Ein getrenntes Kamera/Bedienkonzept (Monitor und Fernbedienung bzw. Klappmonitor) ist notwendig, um Messungen auch in schlecht zugänglichen Anlagen durchführen zu können.

Objektive:	Die für die Messaufgabe notwendigen Objektive wie Weit-, Normal- und Teleobjektive sind einzusetzen. Bei Messungen an Hochspannungsanlagen sind, entsprechend der Messentfernungen und der Kamertechnik, zwischen 12° und 7° Teleobjektive zwingend erforderlich.
Thermische Auflösung:	≤ 100 mK
Geometrische Auflösung:	≤ 2 mrad
Detektorauflösung:	$\geq 320 \times 240$ Pixel
Zeitliche Auflösung:	min. 20 Hz
Messgenauigkeit, absolut:	2 K
Bedienfunktionen:	Fokussierungsmöglichkeit, Freeze- Modus, Farb- und s/w- Darstellungen, Messfunktion, Emissionswerteingabe, Abstands-, - Umgebungstemperatur- und Feuchteingabe, Visualisierung auf Display oder Monitor, Speicherung von Daten. Ein autonomer Betrieb durch Akku ist notwendig.
Kalibrierung:	Externe Werkskalibrierung Interne (automatische) Vergleichsmessung

Eine Überprüfung der Kalibrierung muss turnusmäßig alle zwei Jahre erfolgen und dokumentiert werden.

7. Auswertungssoftware

Der Sachverständige muss über eine geeignete Software verfügen, die eine nachträgliche Bearbeitung der Infrarotbilder ermöglicht. Das Verändern der Emissivitätsfaktoren muss ebenso möglich sein, wie das Einbringen von Messpunkten, Messflächen, Profilen und Isothermen.

8. Auswertung

Die Auswertung besteht aus einem **Basisdokument** und den eigentlichen **Auswertungsdokumenten**. Die Art und Form der Dokumentationsunterlagen bleiben dem Thermografiebüro überlassen. Es müssen jedoch die unten aufgeführten Daten bzw. Anmerkungen enthalten sein.

9. Basisdokument

Es müssen die folgenden Daten auf dem Basisdokument vorhanden sein:

1. Name des ausführenden Thermografen und der beteiligten Personen
2. Das eingesetzte Kamerasystem
3. Der Prüftermin
4. Ort des überprüften Firmensitzes bzw. Werkes oder des Energieversorgungsunternehmens
5. Die Zielsetzung des Auftrages
6. Bei Außenaufnahmen die Witterungsverhältnisse (einschließlich Relative Luftfeuchte in %, Wind in m/s, Globalstrahlung in W/m^2)

10. Auswertungsdokument

Für jede Auffälligkeit muss mindestens eine gesonderte Seite verwendet werden. Jeder der unten aufgeführten Punkte muss dem entsprechenden Thermogramm **eindeutig** zugeordnet werden können.

1. Das Aufnahmedatum, die Aufnahme- Uhrzeit und die Dateinummer des Thermogrammes
2. Die genaue Objektbeschreibung (Gebäude, Raum, Schrank, Schütz, etc.)
3. Eine Markierung die es dem Kunden ermöglicht die Fehlerstelle eindeutig zu erkennen
4. Ein Sichtfoto mit dem Bereich des Thermogrammes
5. Die vorhandenen Temperaturen der Fehlerstelle (es muss dem Kunden möglich sein, die Temperaturen nachzuvollziehen).

Grundsätzlich gehören zu einer Auswertung die Anmerkungen und Empfehlungen des Thermografen, eine Auflistung der überprüften Anlagen, eine Fehlerzusammenstellung und die Beschreibung des Prüfungsablaufs.

Auf jeden Fall müssen diejenigen Anlagen dokumentiert werden, die Schwachstellen aufweisen.

Zu beachtende Richtlinie zur Beurteilung von Temperaturverhältnissen an "Technischen Anlagen":

Bei allen Einteilungen der Fehlergruppen sind die Strombelastungen mit zu berücksichtigen! Das ΔT bezieht sich auf die Temperatur des gesunden Leiters zu der thermischen Schwachstelle.

Einteilung in Fehlergruppen bei Mittel- und Hochspannungsanlagen

Fehlergruppe 1	0 K	<	ΔT	<	10 K
Fehlergruppe 2	10 K	<	ΔT	<	35 K
Fehlergruppe 3	35 K	<	ΔT	<	70 K
Fehlergruppe 4			ΔT	>	70 K

Einteilung in Temperaturklassen bei:

- **Verschraubte Verbindungen** in Luft aus Kupfer, Aluminium und deren Legierungen, unabhängig davon, ob versilbert, vernickelt oder verzinkt

Belastung in % des Nennstromes	Temperaturklassen für Übertemperatur – zur Betriebstemperatur - ΔT in K			
	< 13 K	13 K bis < 25 K	25 K bis < 50 K	ab 50 K
bis 50 %	1	3	4	4
50% bis 75 %	1	2	3	4
75% bis 100 %	1	1	2	4

- **bewegliche Kontakte** in Luft aus Kupfer, Aluminium und deren Legierungen, unabhängig davon, ob versilbert, vernickelt oder verzinkt

Belastung in % des Nennstromes	Temperaturklassen für Übertemperatur –zur Betriebstemperatur- ΔT in K		
	< 10 K	10 K bis < 35 K	ab 50 K
bis 50 %	1	2	4
über 50%	1	3	4

- **Kontakte in geschlossenen Geräten in Öl oder SF₆**

Bei geschlossenen Geräten dient die Messung der Oberflächentemperatur als Anhaltspunkt für die im inneren auftretenden Werte

Grundsätzlich gilt:

1. Die Absoluttemperatur des Öles darf 90 °C nicht überschreiten
2. Der Druck des SF₆- Gases muss unterhalb des oberen Grenzwertes liegen
3. Je kleiner der Betriebsstrom und je höher die Oberflächentemperatur eines Gerätes ist, umso dringlicher sind Abhilfemaßnahmen

Gesonderte Liste für Materialien

- Werkstoffe in unmittelbarem Kontakt mit stromführenden Teilen

Belastung in % des Nennstromes	Temperaturklassen für Übertemperatur – zur Betriebstemperatur - ΔT in K			
	Kunststoff, Baumwolle, Papier		Porzellan, Keramik	
Oberfläche	bis 40 K	über 40 K	bis 70 K	über 70 K
bis 50 %	1	2	1	2
über 50 %	1	1	2	3

- Höchstwerte bei Materialoberflächen

Bei Erreichen der folgenden Höchstwerte der absoluten Temperaturen an der Materialoberfläche gilt die Temperaturklasse 4:

- Papier, Baumwolle - 100°C
- Kunststoffe - 90°C
- Porzellan, Keramik - 130°C

In Abhängigkeit von der Temperaturklasse werden die folgenden Maßnahmen empfohlen:

- 1: keine Maßnahmen
- 2: Schwachstelle bei Gelegenheit nachbessern
- 3: Instandsetzung innerhalb 6 Monaten
- 4: akute Gefahr, schnellstens freischalten und nachbessern, Belastung notfalls verringern

Siehe auch DIN 54 191!