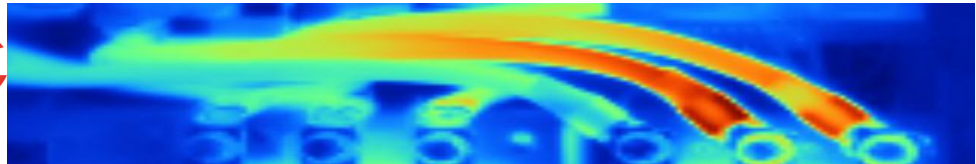


Qualitätsstandard Elektro



Inhaltsverzeichnis

1. Impressum und Copyright ©	2
2. Ausrüstung	2
3. Allgemeine Richtlinien.....	3
4. Aussenaufnahmen.....	3
5. Innenaufnahmen.....	4
6. Berichtbestandteile (Dokumentationsanforderung)	4
7. Anforderungen an den Elektrothermografen	5

1. Impressum und Copyright ©

- a. Dieser Qualitätsstandard (abgekürzt QS) ist ein Gemeinschaftswerk des theCH. Er erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ergänzungen und Korrekturen zu diesem QS sind durch den theCH jederzeit und ohne Vorankündigung möglich.
- b. Das Ziel der theCH QS ist es, dem Thermografen für die Wärmebilderfassung und die Beurteilung im entsprechenden Fachgebiet eine technische Grundlage und einen administrativen Leitfaden für die Aufnahmen, Auswertung und die Berichterstattung zu geben. Ferner soll Auftraggebern von Thermografiemessungen und interessierte Laien durch diesen QS die Möglichkeit gegeben werden, vorliegende Thermografieberichte auf Vollständigkeit und Plausibilität zu überprüfen.
- c. Dieses Dokument ist Urheberrechtlich geschützt. Das kommerzielle Verbreiten dieser Schrift ist untersagt. Die Weitergabe des gesamten Dokumentes in vollständiger Fassung und mit Quellenangabe ist jedoch zu nicht kommerziellen Zwecken erlaubt.
- d. Alle Rechte an diesem Dokument verbleiben beim Thermografie Verband Schweiz.

2. Ausrüstung

- a. Wärmebildkamera
Die Wahl der Wärmebildkamera (Auflösung, Objektiv bzw. dessen Brennweite) richtet sich nach der jeweiligen Messaufgabenstellung. Es werden folgende Anforderungen an die verwendete Kamera gestellt:
 - Die Messauflösung darf beim spezifizierten Mindestfokusabstand der verwendeten Wärmebildkamera 3mm nicht überschreiten. Die 3mm entsprechen dem Durchmesser üblicher 1.5mm² Installationsdrähte. Die Berechnung der Messauflösung erfolgt mittels der folgenden Formel:
$$\text{Messauflösung} = 3 \times \text{"IVOF" [mrad]} \times \text{"minimaler Fokusabstand der Kamera" [m]}$$

Der theCH empfiehlt für Elektrothermografie eine Auflösung von mindestens 320 x 240 Pixel mit manuellem oder automatischem Fokus, Geräte mit Fixfokus sind für Elektrothermografie nicht geeignet da bei diesen die Messauflösung beim spezifizierten Mindestfokusabstand meist grösser als 3mm beträgt, 1.5mm² Installationsdrähte mit einem Durchmesser von 3mm können dabei nicht mehr korrekt gemessen werden.
 - Thermische Auflösung $\leq 0.1 \text{ K @ } 30 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Genauigkeit $\leq \pm 2 \text{ K}$ oder 2% vom Messwert, massgebend ist der grössere Wert
 - Es wird empfohlen die Wärmebildkamera alle 1-2 Jahre zu kalibrieren und dies mit einem Prüfzertifikat nachzuweisen
- b. Weitere Gerätschaften und Ausrüstungen:
Je nach Messaufgabe bzw. Beurteilungsziel sind für die Elektrothermografie zusätzliche Hilfsmittel erforderlich, zum Beispiel:
 - Strommessgerät mit Effektivwertfassung
 - Thermometer zur Bestimmung der Umgebungstemperatur (wichtig für Hochrechnung der Temperaturdifferenzen bezogen auf die Leitertemperaturen bei teilbelasteten Niederspannungsinstallationen)

3. Allgemeine Richtlinien

- a. Sicherheitsrelevante Richtlinien für die jeweilige Arbeitsumgebung sind einzuhalten, wie:
 - UVG Art.82.
 - Electrosuisse Info 4029
 - Weiterführende betriebsinterne Weisungen und Sicherheitskonzepte
- b. Schutzabdeckungen müssen vor der Messung entfernt werden (sind in der Regel nicht IR-Transparent).
- c. Die elektrische Nenngrossen des Betriebsmittels sind zu ermitteln und dokumentieren (siehe auch Bildinformationen Abs. 6.c.)
- d. Es ist zu beachten, dass elektrische Betriebsmittel je nach Art und Typ nach einer Aufwärm- / Betriebsphase vor der thermografischen Aufnahme verlangen, dies ist entsprechend zu berücksichtigen.
- e. Wenn möglich für die Messungen orts- und anlagekundige, qualifizierte Begleitperson wie Betriebsleiter, Anlageführer, Unterhaltsmitarbeiter, Betriebselektriker etc. für objektrelevante Detailinformationen hinzuziehen.
- f. Die Infrarotaufnahmen müssen durch Sichtbilder (Digitalkamera) für die Dokumentation und Beurteilung ergänzt werden.
- g. Optische- und Messauflösung der Kamera berücksichtigen. Wo notwendig Detailaufnahmen der Objekte anfertigen um die Auflösung zu erhöhen.
- h. Materialien bzw. Oberflächen wie Kupfer, Aluminium, Chromstahl, Glas etc. reflektieren Infrarotstrahlung und können zu Messwerten mit grosser Unsicherheit und Bildfehlinterpretationen führen, dies ist bei der Bildauswertung zu berücksichtigen.
- i. Aufgrund der in diesen QS gestellten Anforderungen und den Informationen im Thermografiebericht muss eine Nachvollziehbarkeit bzw. Reproduzierbarkeit der Messung gewährleistet sein. Siehe auch Erläuterungen im Abschnitt "Anforderungen an den Elektro Thermografen"

4. Aussenaufnahmen

- a. Bei Aussenaufnahmen an elektrischen Anlagen sind die Umgebungsbedingungen und deren Einflüsse zu berücksichtigen:
 - Direkte Sonneneinstrahlung (Reflektion "warmer Temperaturen")
 - Klarer Nachthimmel (Reflektion "kalter Temperaturen")
 - Nebel, Schnee und Regen
 - Wind
 - Messdistanz (atmosphärisches Transmissionsverhalten)
 - Jahreszeitbedingte Temperaturunterschiede (Sommer / Winter) zur Herleitung des ungünstigsten Falles (hohe Umgebungstemperatur und hohe Betriebstemperatur)

Optimale Bedingungen wären:

- anhaltender Hochnebel oder Bewölkung
- konstanter Temperaturverlauf der Umgebung über die letzten 2 Stunden

- Schwacher Wind bzw. Windstille (< 2 - 5 km/h)
- b. Als ergänzende Informationen sind die Aussentemperatur, Wind und Wettersituation (Bewölkung, Niederschlag) zu dokumentieren.

5. Innenaufnahmen

- a. Umgebungstemperatur (u.a. zur RTC Einstellung) ermitteln und dokumentieren.
- b. Optimal ist eine konstante Umgebungstemperatur bei vergleichenden Messungen.

6. Berichtbestandteile (Dokumentationsanforderung)

Ein Thermografiebericht beinhaltet nebst, scharfen, thermisch optimal aufgelösten und visualisierten Infrarotbildern und entsprechenden Sichtbildern (Digitalfotos) auch eine Faktenbeschreibung und Interpretation des festgestellten thermischen Musters. Je nach Auftragsinhalt und Erteilung lässt der Thermograf sein Spezialistenwissen in diesen Bericht einfließen und erläutert dem Auftraggeber die festgestellten Anomalien.

Die folgenden Informationen muss ein Thermografiebericht beinhalten:

- a. Allgemeine Angaben
 - Auftraggeber
 - Objektdaten (Standort, Bezeichnung)
 - Auftragnehmer und Thermograf
 - Auftragsbeschreibung
 - Inspektionsdatum
 - Teilnehmer
 - Fehlerklassifizierung und Dringlichkeitsvermerke thermischer Anomalien gestützt auf weiterführende Normen (im Internen Bereich der theCH Webseite steht für Mitglieder eine Normen- und Literaturverweisliste zur Verfügung)
 - Klare / strukturierte Berichtsgliederung
 - Unterschrift des Thermografen
- b. Angaben zum verwendeten Messsystem
 - Hersteller
 - Kameramodel
 - Seriennummer
 - Objektiv bzw. dessen Brennweite
 - letzte Kalibrierung
- c. Bildinformationen zu jedem Thermogramm
 - Datum / Aufnahmezeit
 - Farbkeil
 - Objektbezeichnung bzw. genaue Angabe des Standortes mit Betriebsmittelbezeichnung

- Eingestellte Emissionsfaktoren und RTC-Wert (Hintergrundstrahlungskompensation) für alle auf den Infrarotbildern gezeigten Messpunkte, -Flächen bzw. Messwerte.
- Eindeutige Kennzeichnung der thermischen Anomalie auf dem Infrarot- und dem Sichtbild
- Betriebsspannung
- Umgebungstemperatur
- Dokumentation der Belastung des elektrischen Systems (L1, L2, L3, N und PE bzw. PEN separat angeben) in Ampère, gegebenenfalls auch unter Berücksichtigung allenfalls vorhandener Oberschwingungen.
Hinweis: Eine unbelastete Anlage zeigt keine thermische Auffälligkeiten. Eine nur teilweise belastete Anlage bzw. Betriebsmittel muss unter Einrechnung entsprechender Faktoren beurteilt werden.
- Empfehlung des Thermografen von weiterführenden Massnahmen und Vorgehen.

7. Anforderungen an den Elektrothermografen

- a. Vertiefte Kenntnisse der Infrarot-Strahlungsphysik, Messverfahren und Handhabung der Infrarot- bzw. Wärmebildkameras und der thermischen Gesetzmässigkeiten (Temperatur, Thermodynamik) und eine mehrjährige Praxiserfahrung bilden die Basis für korrekte Aufnahme, Auswertung und Beurteilung einer seriösen, thermografischen Untersuchung.
- b. Die Beurteilung der Infrarotbilder soll durch eine ausgewiesene Fachperson mit entsprechendem spezifischem, fundiertem und auf das Objekt bezogenem, elektrotechnischem Fachwissen und der notwendigen Objekt-Konstruktionskenntnis erfolgen. Fähigkeitszertifikate (Fachausweis, Meisterbrief, Techniker- oder Ingenieursdiplom des Bereiches Elektro etc.) sind auf Verlangen des Kunden vorzuweisen. Im Idealfall wird die Aufnahme, Auswertung und Beurteilung von der gleichen Fachperson getätigt.
- c. Thermische Anomalien sind mittels Messpunkten erkennbar zu machen und vom Thermografen entsprechend zu bewerten.

Bei der Elektrothermografie wird in den meisten Fällen die qualitative Beurteilungsmethodik in der zerstörungsfreien Prüfung - wozu die Infrarotthermografie gehört - angewendet. Dies bedeutet, dass die zu beurteilenden Anlagen und Betriebsmittel auf thermische Auffälligkeiten untersucht werden und diese jeweils im Vergleich zu deren funktionsverwandten Bauteilen betrachtet bzw. beurteilt werden. So werden in der z.B. von einer 3-poligen Niederspannungsversorgung jeweils die einzelnen Polleiter oder in einer Anlage gleiche Motorentypen unter identischen Lastverhältnissen miteinander verglichen und entsprechende Abweichungen bewertet. Dies geschieht bei der qualitativen Beurteilung hauptsächlich über die visualisierten Temperaturdifferenzen.

Demgegenüber steht die quantitative Beurteilung, bei welcher der Thermograf mit der möglichst exakten Messung der Temperatur und deren Vergleich mit den maximal zulässigen Temperaturwerten der Anlagen und Betriebsmittel eine mögliche Gefährdung der Sicherheit zu erkennen versucht. Die Grenzwerte entnimmt er dabei den entsprechenden Herstellerdokumentationen und Normen für elektrische

Betriebsmittel, wie z.B. der SNEN 60947-1 (mögliche Bezugsquelle: www.normenshop.ch).

Welche Beurteilungsmethode in Anwendung steht bestimmt das Ziel der Messung. Wird im Sinne der Betriebszuverlässigkeit und vorbeugenden Instandhaltung (auch präventive Wartung genannt) der Auftrag formuliert, steht in der Regel die qualitative (vergleichende) Beurteilung im Vordergrund.
Sind sicherheits- oder brandschutzrelevante Aussagen und Beurteilungen gefragt, wird häufig die quantitative Methode mittels exakter Temperaturmessung und deren Grenzwertvergleich angewendet.