



VATh-Richtlinie: Bauthermografie

**zur Planung, Durchführung und Dokumentation
infrarotthermografischer Messungen an Bauwer-
ken oder Bauteilen von Gebäuden**

VATh-Directive: Building Thermography:

**Planning, realisation and documentation of infrared measurements in buildings or
components of buildings.**

Directive du VATh: Thermographie bâtiment:

**Pour la planification, réalisation et documentation de mesures infrarouges de bâti-
ments ou de composants de constructions.**

Erläuterungen zur Richtlinie:

Diese Richtlinie dient als Hilfestellung, Information und Übersicht zur Planung, Durchfüh-
rung und Dokumentation infrarotthermografischer Messungen an Bauwerken oder Bautei-
len von Gebäuden.

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



Diese Richtlinie besteht aus 16 Seiten

VATh-Richtlinie: „Bauthermografie“

Fassung vom 21.06.2016

Herausgeber:

Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V.

Am Herrenwäldchen 4

D-90482 Nürnberg

Tel: +49 201.87776336

Mail: info@vath.de

© 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.

Inhalt

1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Messprinzip	7
4 Thermografiegeräte	8
5 Anforderungen an das Personal.....	9
6 Thermografische Untersuchung	10
6.1 Außen- und Innenthermografie	10
6.1.1 Außenthermografie.....	10
6.1.2 Innenthermografie	10
6.2 Hinterlüftete Bauteile	10
6.3 Fenster und Türen	10
6.4 Wärmebrücken, Mindestwärmeschutz	10
6.5 Leckortung.....	11
6.6 Randbedingungen	11
6.6.1 Temperaturdifferenz	11
6.6.2 Messzeitpunkt	11
6.6.3 Präparation des Messobjekts	11
6.7 Vorbereitungen.....	12
6.7.1 Planung der Messung	12
6.7.2 Unterschiedliche Bauarten	12
6.8 Durchführung.....	12
6.8.1 Allgemeines.....	12
6.8.2 Einstellungen Messsystem.....	12
6.8.3 Aufnahmeposition.....	12
6.8.4 Sichtbilder.....	13
6.8.5 Zusatzmessungen	13
6.8.6 Störfaktoren, Einschränkungen	13


7 Untersuchungsprotokoll/ Messbericht	14
7.1 Allgemeines	14
7.2 Dokumentation	14
7.3 Ausarbeitung	14
7.3.1 Allgemeine Angaben	14
7.3.2 Darstellung der Thermogramme	14
7.4 Auswertung der Thermogramme.....	15
7.5 Zusammenfassung.....	15
8 Schlussbestimmung	15

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Durchführung von infrarotthermografischen Messungen im Bereich der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von Gebäuden. 

Aus den gemessenen Oberflächentemperaturen können wichtige Ergebnisse, welche zur qualitativen sowie quantitativen Beurteilung der Gebäudehülle aus energetischer, baukonstruktiver sowie bauphysikalischer Sicht unerlässlich sind, gewonnen werden. Vor allem örtlich begrenzte Unregelmäßigkeiten wie Wärmebrücken oder Luftleckstellen, die die Qualität der Baukonstruktion maßgeblich beeinflussen, können mit diesem Messverfahren zerstörungsfrei analysiert und zur weiteren Betrachtung visuell leicht verständlich dargestellt werden.

Das Messverfahren sowie die daraus erhaltenen Messergebnisse sind ausschließlich von Personen anzuwenden, auszuwerten und zu beurteilen, welche speziell für dieses Messverfahren ausgebildet und qualifiziert sind (siehe Punkt 5 Anforderungen an das Personal). Weitgehende Kenntnisse in den Bereichen Messtechnik, Thermodynamik, Baukonstruktion sowie Bauphysik sind aufgrund der Komplexität des Messverfahrens sowie der ständig wechselnden und oft anspruchsvollen Messaufgaben unerlässlich.

Folgende zwei Grundsätze müssen unbedingt die Basis jeder thermografischen Aufgabe sein. Da in der Baupraxis, im Gegensatz zu Labormessungen, in der Regel nicht unter stationären Bedingungen, höchstens unter quasistationären Bedingungen, gearbeitet werden kann, sind alle der Messaufgabe entsprechend wichtigen Parameter genau zu analysieren und zu dokumentieren, um eine Reproduzierbarkeit  der Messung sowie der Ergebnisse jederzeit, auch durch Dritte, zu ermöglichen. Weiterhin muss das Messergebnis bzw. der thermografische Ergebnisbericht so ausgearbeitet werden, dass er sowohl von Fachleuten als auch Laien gleichermaßen zu verstehen ist. Gemäß dem Leitsatz „Vom Fachmann

reproduzierbar und für den Laien verständlich“ muss jede thermografische Auswertung so strukturiert und qualifiziert wie nötig ausgearbeitet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes evtl. erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.



DIN EN 13187:1999-05: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen – Infrarot-Verfahren

DIN EN 13829:2001-02: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren

DIN EN ISO 9972:2015:12 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden - Differenzdruckverfahren

DIN 4108-2:2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN 4108-3:2014-11: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 4108-7:2011-01: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie –beispiele

DIN EN ISO 6781:2016-05 Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden - Feststellung von wärme-, luft- und feuchtebezogenen

Unregelmäßigkeiten in Gebäuden durch Infrarotverfahren - Teil 3: Qualifikation der Ausrüstungsbetreiber, Datenanalytiker und Berichtsaufsteller

Fachbericht DIN 4108-8:2010-09 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden

VATh-Ausbildungs- und Prüfungskonzept zum VATh-Messtechniker[®] sowie zum VATh-Sachverständigen[®]

Anmerkung 1:

Die vorliegende Richtlinie enthält Abweichungen von DIN EN 13187:1999-05, da die Norm im Wesentlichen nicht den Empfehlungen des Arbeitskreises entspricht.

3 Messprinzip

Alle Objekte mit einer Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes emittieren elektromagnetische Strahlung, deren spektrale Verteilung und Intensität nach dem Planck'schen Strahlungsgesetz beschrieben werden kann. Mit geeigneten Detektoren wird diese Strahlung erfasst und gemessen.

Mit elektronischen Systemen wird die Wärmestrahlung eines Objektes zweidimensional erfasst, rechnerisch bewertet und bildhaft dargestellt. Die bildhafte Darstellung heißt "Wärmebild" bzw. "Thermogramm".

Die Zuordnung von Temperaturen zu der auf dem Detektor erfassten Strahlung setzt voraus, dass die Emissions-, Reflexions- sowie Transmissionsfaktoren der zu messenden Objektflächen im jeweiligen Wellenlängenbereich bekannt sind. Mit solchen Infrarotsystemen können gezielt thermische Eigenschaften von Objekten, wie Bauwerken und Bauteilen untersucht werden.

4 Thermografiegeräte

Da sich aus unterschiedlichen Messaufgaben unterschiedliche Anforderungen an die Messtechnik ergeben, ist vor jeder Aufgabe das Verfahren sowie die Eignung und Wahl des zu verwendenden Messsystems genau zu beurteilen (siehe Punkt 5 Anforderungen an das Personal). Oftmals reicht ein einziges Messverfahren nicht aus, um die Messaufgabe erfolgreich durchführen zu können. Weiterhin sind zur Bestimmung der Messparameter sowie zur Validierung der Ergebnisse oft alternative Messverfahren zum Hauptverfahren hinzuzuziehen. Grundsätzlich sollte die Messtechnik des jeweiligen Messverfahrens dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Dieser wird im Bereich der IR-Thermografie-technik im Nachfolgenden dargestellt:

Tabelle 1: Übersicht aktueller Stand der Technik im Bereich der IR-Gerätetechnik

Spektralbereich	mittelwellig (2-5 µm), langwellig (8-12 µm)
Temperaturmessbereich	- 20°C bis + 100°C
Einsatzbereich	- 10°C bis + 40°C
Objektive	Normal-, Weitwinkel- sowie Teleobjektive sind aufgabenbezogen zu verwenden
Thermische Auflösung	< 60 mK bei 30°C (Empfehlung ≤ 30 mK)
reale Messfleckgröße	aufgabenbezogen (min. 10 x 10 cm)
Messgenauigkeit, absolut	2 K (+/- 2 %) Empfehlung (1 K (+/- 1 %))
Detektorauflösung	≥ 320 x 240 Pixel (Empfehlung ≥ 640 x 480 Pixel)
Basisfunktionen	Genauere Eingabe des Emissionsgrades sowie der reflektierten Temperatur
Kalibrierung/Überprüfung	Kalibrierung (nach Herstellerempfehlung) sowie regelmäßige Überprüfung, z.B. an Prüfstrahlern

Weiterhin sind entsprechend der jeweiligen Messaufgabe ergänzende Messverfahren zur Bestimmung der Parameter, Reproduzierbarkeit der Messergebnisse oder zur Validierung der Messung hinzuzuziehen. Bei-

spielsweise Messgeräte zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit, Bauteilfeuchte, Luftgeschwindigkeit, Datenlogger, etc., oder Messeinrichtungen zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle im Differenzdruck-Verfahren (z.B. BlowerDoor) sind Beispiele für solche Ergänzungen. Die angegebenen Parameter sind nicht starr zu verstehen, sondern sie stellen Empfehlungen dar, die die jeweilige Messaufgabe berücksichtigen sollen.



5 Anforderungen an das Personal

Das Messverfahren sowie die daraus erhaltenen Messergebnisse sind ausschließlich von Personen anzuwenden, auszuwerten und zu beurteilen, welche speziell für dieses Messverfahren ausgebildet sind. Weitgehende Kenntnisse in den Bereichen Messtechnik, Thermodynamik, Baukonstruktion sowie Bauphysik sind aufgrund der Komplexität des Messverfahrens sowie der ständig wechselnden und oft anspruchsvollen Messaufgaben unerlässlich.



Das Ausbildungskonzept zum VATh-Messtechniker[®] (für standardisierte Messaufgaben nach Prüfanweisungen) sowie zum VATh-Sachverständigen[®] berücksichtigen vorliegende Schwerpunkte.

Weiterhin eignen sich gemäß DIN EN ISO 17024 akkreditierte Ausbildungs- und Zertifizierungssysteme, welche die vorgenannten Kenntnisse vermitteln.

6 Thermografische Untersuchung

6.1 Außen- und Innenthermografie

6.1.1 Außenthermografie

Außenthermografie kann zur orientierenden Messung herangezogen werden. Messaufgaben, wie z.B. die Untersuchung von Strukturen in Wärmedämmverbundsystemen erfolgen von außen.

6.1.2 Innenthermografie

Viele, vor allem bauphysikalisch wichtige thermische Signaturen, werden erst aus dem Innenbereich sichtbar. Quantitative Beurteilungen bauphysikalischer Aspekte müssen ohne zusätzliche ingenieurmäßige Mess- und Nachweisverfahren von innen erfolgen.

6.2 Hinterlüftete Bauteile

Bei Gebäuden mit hinterlüftetem Vormauerwerk bzw. mit vorgehängten Fassaden oder im Dachbereich ist nur Innenthermografie möglich, da bei hinterlüfteten Bauteilen die Bewertung des Wärmetransportes unkalkulierbar ist.

6.3 Fenster und Türen

Die energetische Qualität von Fenstern und Türen sowie deren Anschlüsse kann durch die Thermografie mit begrenzter Genauigkeit beurteilt werden. Die thermografische Untersuchung erfolgt vorrangig von Innen.

6.4 Wärmebrücken, Mindestwärmeschutz

Der Nachweis von Wärmebrücken (qualitativ) ist von innen sowie von außen möglich.

Quantitative Bewertungen von Wärmebrücken sowie der Nachweis des Mindestwärmeschutzes gemäß DIN 4108-2 sind prinzipiell nur von innen

unter Hinzunahme ergänzender Messverfahren (z.B. berührende Messverfahren zur Bestimmung von Referenzpunkten) sowie Datenaufzeichnungsgeräten möglich.


6.5 Leckortung

Das Messverfahren Thermografie eignet sich zum Nachweis von Leckstellen in Leitungssystemen, Baukonstruktionen (z.B. Flachdachkonstruktionen) sowie der Luftdichtheitsebene von Gebäudehüllen.



6.6 Randbedingungen

6.6.1 Temperaturdifferenz

 Voraussetzung ist eine Temperaturdifferenz zwischen innen und außen von mindestens 15 K über einen ausreichenden Zeitraum (siehe Anmerkung 2).

6.6.2 Messzeitpunkt

Der Messzeitpunkt muss so gewählt werden, dass eine mögliche vorhergehende Sonneneinstrahlung keinen Einfluss mehr auf das Messergebnis hat.



6.6.3 Präparation des Messobjekts

Die Präparation des Messobjekts muss entsprechend der Messaufgabe erfolgen. Die Messung darf nicht durch Umwelteinflüsse wie Wind, Regen, Schnee, Nebel, o.ä. beeinträchtigt werden (siehe Störeinflüsse).



6.7 Vorbereitungen

6.7.1 Planung der Messung

Die Messung ist in ausreichendem Maße zu planen. Weiterhin ist eine Einsichtnahme bzw. eine Überprüfung von Plänen, Baubeschreibungen usw. zu empfehlen.

6.7.2 Unterschiedliche Bauarten

Zur Vorbereitung der Bauthermografie eines Gebäudes ist es notwendig das Gebäude entsprechend der Bauweise (leichte oder schwere Bauart) ausreichend zu beheizen, um einen möglichst quasistationären Zustand (bauartbedingt bis zu mehrere Tage) des Wärmestroms zu erzielen.

6.8 Durchführung

6.8.1 Allgemeines

Es ist zu prüfen, ob die erforderlichen Randbedingungen eingehalten wurden bzw. werden. Die Kamertechnik muss sich vor Messbeginn ausreichend akklimatisiert haben. Die Messtechnik ist gemäß der Messaufgabe vorzubereiten.

6.8.2 Einstellungen Messsystem

Entsprechend der Messaufgabe, sind die Parameter Emissionsgrad und reflektierte Temperatur abzuschätzen oder zu ermitteln. Vor allem Parameter, wie Temperaturmessbereich bzw. Temperaturspreizung sind genau einzustellen. Die eingestellten Parameter sind zu registrieren und festzuhalten.

6.8.3 Aufnahmeposition

Es ist auf eine geeignete Aufnahmeposition bei der Thermogrammerstellung zu achten.

Außenthermografieaufnahmen aus Fluggeräten (z.B. Luftaufnahmen aus Massenbefliegungen) eignen sich üblicherweise nicht zur Beurteilung der energetischen Qualität von Gebäuden.

6.8.4 Sichtbilder

Es sind zu jedem Thermogramm entsprechende Sichtbilder (Fotos) anzufertigen, die zu Zwecken der Reproduzierbarkeit sowie zum besseren Verständnis beitragen.

6.8.5 Zusatzmessungen

Neben den eigentlichen thermografischen Messungen sind zusätzliche, für die Hauptmessung wichtige Größen zu ermitteln und zu dokumentieren. Unter Umständen ist der Einsatz weiterer Mess- und Untersuchungsmethoden sinnvoll.

6.8.6 Störfaktoren, Einschränkungen

Bei Regen, Schnee oder dichtem Nebel ist Außenthermografie nicht möglich. Da Wind (ab ca. 2 m/s) großen Einfluss auf die Wärmeübergangswiderstände der einzelnen Bauteile hat, sind Messungen unter Windeinflüssen i.d.R. nicht zielführend. Sonnenscheineinwirkungen, auch in vorangegangenen Stunden, auf Außenflächen verfälschen die Messergebnisse. Die Messung ist zu einem geeigneten Messzeitpunkt durchzuführen.



Anmerkung 2:

In zu begründenden Fällen kann von vorgenannten Vorgaben abgewichen werden, wenn es die Messaufgabe oder die Messituation erfordert. Diese Abweichungen sind im Messbericht zu dokumentieren! Die ausreichende Kenntnis über die Auswahl von der Richtlinie abweichender jedoch geeigneter Parameter wird mit dem Erfüllen der Anforderungen an das Personal begründet.

7 Untersuchungsprotokoll/ Messbericht

7.1 Allgemeines

Struktur, Inhalt und Umfang des Untersuchungsprotokolls hängen von der konkreten Aufgabenstellung ab.

7.2 Dokumentation

Da in der Regel nicht unter stationären Bedingungen, höchstens unter quasistationären Bedingungen, gearbeitet werden kann, sind alle der Messaufgabe entsprechend wichtigen Parameter genau zu dokumentieren, um eine Reproduzierbarkeit der Messung sowie der Ergebnisse jederzeit, auch durch Dritte, zu ermöglichen.

7.3 Ausarbeitung

Weiterhin muss das Messergebnis bzw. der thermografische Ergebnisbericht so ausgearbeitet werden, dass er sowohl von Fachleuten wie auch Laien gleichermaßen zu verstehen ist.


Folgende Mindestbestandteile sind in den Messbericht zu integrieren:

7.3.1 Allgemeine Angaben


Aufgabenstellung, Objektbeschreibung mit Adresse, Beschreibung der Baukonstruktion, Klimadaten wie Innen- und Außentemperatur, Wind oder Sonneneinstrahlung, Zeitpunkt der Messung, weitere Randbedingungen, Angaben über das verwendete Thermografiesystem und Benennung des durchführenden Messtechnikers bzw. Sachverständigen.

7.3.2 Darstellung der Thermogramme

Die Thermogramme müssen eine geeignete Farbpalette und eine deutlich erkennbare Temperaturskala enthalten. Dem Thermogramm ist ein Foto mit nahezu gleichem Bildausschnitt gegenüberzustellen. Die einzelnen Thermogramme im Messbericht müssen eine einheitliche Temperaturska-

lierung enthalten  Die Messsituation muss im Thermogramm objektiv wiedergegeben werden.

7.4 Auswertung der Thermogramme

Alle zur Reproduzierbarkeit  wichtigen Parameter, wie Emissionsgrad, Innentemperatur, Außentemperatur, reflektierte Temperatur, rel. Luftfeuchte (falls erforderlich, z.B. bei der Ursachenforschung für Schimmelpilzwachstum), Erläuterungen zu den jeweiligen Infrarot-Bildern, Bewertungen, Temperaturangaben, ggf. sind Flächenanteile, bei Auffälligkeiten, wie Wärmebrücken oder Luftleckstellen zu dokumentieren.

7.5 Zusammenfassung

Zusammenfassung und ggf. Beantwortung der Fragestellung.



8 Schlussbestimmung

Die Richtlinie beschreibt das thermografische Arbeitsverfahren im Bauwesen für allgemein bekannte und angewandte Messaufgaben und -verfahren.

Durch den technischen Fortschritt bei der Kameraentwicklung und durch neue Verfahren entstehen Arbeitsweisen, die von der Richtlinie nicht beschrieben und abgedeckt wird. Bis zur Aufnahme in die Richtlinie gilt, dass diese neuartigen Arbeitsweisen im Einzelfall beschrieben werden. Diese Beschreibung muss von allen Beteiligten und auch von unbeteiligten Dritten nachvollziehbar und unabhängig überprüfbar sein.

Sollte ein neues Verfahren einzelnen Angaben der Richtlinien widersprechen, so wird damit die Wirksamkeit der Richtlinien nicht beeinträchtigt. Die Abweichung gilt dann nur für das neue Verfahren.

Sollten einzelne Punkte der Richtlinie durch einen neuen Erkenntnisgewinn nicht zutreffen, so setzt das die Wirksamkeit der übrigen Punkte der Richtlinie nicht außer Kraft.

Die Richtlinie entspricht dem Stand der Technik zum Erscheinungsdatum. Die Richtlinie bleibt bis zur Veröffentlichung neuer Richtlinien zum Themenbereich gültig. Es zählt das Datum der Veröffentlichung.