

# Erhöhung der Betriebs- und Anlagensicherheit durch thermografische Messtechnik

Dipl.-Ing. Frank Zahorszki; Merseburg



VATH – Ihr Partner für Thermografie



## Wie definiert man Betriebs- und Anlagensicherheit?

Sicherheit wird in der Norm IEC 61508 als „Freiheit von unvermeidbaren Risiken“ definiert. Dies impliziert, dass sich „Jemand“ Gedanken über die Definition eines „vertretbaren Risikos“ macht. Die funktionale Sicherheit wird dabei als Teilaspekt der Gesamtsicherheit eines technischen Systems betrachtet. In die Betriebssicherheit einer Anlage geht wiederum in wesentlichem Umfang die Bauteilzuverlässigkeit ein, welche sich aus konstruktiven und betriebstechnischen Aspekten bzw. aus deren Zusammenspiel speist.

Die gefühlte Sicherheit als psychologischer Faktor wird dagegen im Wesentlichen von der Erfüllung einer individualisierten Erwartungshaltung bestimmt.

Setzt man seine Erwartungshaltung als Anlagenbetreiber zu gering an, wird man sich evtl. mit irgendwelchen bunten Infrarotbildern zufrieden geben, weil man gar nicht weiß, welche Anforderungen an eine hochqualitative Thermografie zu stellen sind.

Dieser Aufsatz soll neben der Darstellung verschiedener Thermografieapplikationen einige der technischen und personellen Anforderungen in verschiedenen Applikationen beleuchten. Wenn sich im Ergebnis dieses Artikels die individuelle Erwartungshaltung von Nutzern thermografischer Dienstleistung (egal ob extern oder betriebsintern) bzw. potentiellen IR-Kamerakäufern auf ein höheres technisches Niveau einstellt, wäre dies im Sinne des VATH.

## Prinzip der Thermografie

Thermografie ist die bildgebende Darstellung von Oberflächentemperaturen auf Basis von gemessenen Wärmestrahldichten, welche durch Spezialkameras in Infrarot- oder Wärmebilder umgesetzt werden. Neben Geräteparametern haben strahlungsphysikalische Größen wie der Emissionsgrad von Materialien oder der atmosphärische Strahlungsweg einen Einfluss. Es handelt sich bei der Thermografie um ein zerstörungsfreies Mess- und Prüfverfahren mit u. a. den folgenden Vorteilen:

- Die Messung findet unter realen Betriebs- und Belastungsbedingungen statt – eine Unterbrechung der Produktion bzw. Freischaltung der elektrischen Anlagen ist nicht notwendig
- Es kann ein sicherer Abstand zu den technischen Anlagen eingehalten werden
- Die Messung schlecht erreichbarer Bauteile ist aus der Distanz möglich
- Die bildgebende Darstellung erlaubt eine bessere Beurteilung von Zuständen im Vergleich zu einem Einzelmesspunkt
- Das Thermografiebild zeigt gleichzeitig die Differenzen zwischen ungestörtem Bauteil und Fehlerstelle.

Dabei erweitern sich die Anwendungen für die Thermografie ständig. Momentan werden z. B. in stark steigendem Umfang mobile Thermografiekameras für die Überprüfung von montierten Solaranlagen (PV-Modulen) eingesetzt – eine Applikation, welche vor 2 Jahren eher im F&E-Bereich existent war.

Der Autor: Dipl.-Ing Frank Zahorszki

- Jahrgang 1965
- Abitur: Spezialklassen für Chemie Merseburg
- Studium der Verfahrenstechnik an der TH Merseburg und dem Leningrader Technologischen Institut (LTI)
- Erfahrungen mit Thermografie seit 1990
- Eigenes Ingenieurbüro seit 1992
- Personalzertifizierung nach EN-473-IT Stufe 3
- VdS-anerkannter Sachverständiger für Elektrothermografie (ET 05004)
- Gründungsmitglied des VATH

Geschäftsführer  
der ITEMA GmbH

Infrarot-Thermografie,  
Engineering,  
Messtechnik  
& Automatisierung

[f.zahorszki@itema.de](mailto:f.zahorszki@itema.de)

[www.itema.de](http://www.itema.de)

Tel.: +49-3461-502523



## Einflüsse auf das Messergebnis

Die Qualität des Messergebnisses hängt u. a. von den folgenden Faktoren ab:

- Optimale Gerätetechnik
- Optimale Mess- und Umgebungsbedingungen
- Hohes Fachwissen und umfangreiche Erfahrungen des Messtechnikers.

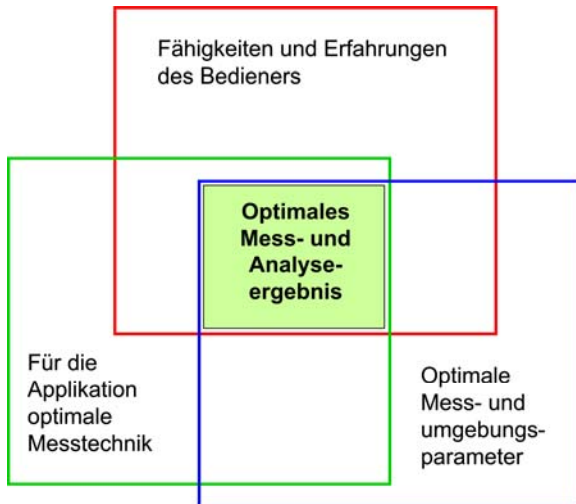


Bild 1: Einflussfaktoren auf das Messergebnis

Einen wesentlichen Einfluss haben Geräteparameter wie die thermische und geometrische Auflösung oder für dynamische Messungen auch die Detektorzeitkonstante. Dies ist insbesondere zu beachten, wo es am Markt mittlerweile IR-Kameras für unter 1.000,- Euro zu kaufen gibt.

Vielen Thermografen oder Auftraggebern für thermografische Messungen sind die Unterschiede in der Gerätetechnik und die daraus resultierenden Einflüsse auf das Messergebnis oft nicht bewusst.

Untersucht man den wichtigen Punkt geometrische Auflösung – auch IFOV genannt -, so stellt man fest, dass viele Kamerahersteller diesen Punkt für die einfachen Kameras nicht spezifizieren. Genau dieser Parameter macht aber oft den **Unterschied zwischen Messen und Visualisieren** aus. Wenn, wie bei der VdS-anerkannten Elektrothermografie – oder der Hot-Spot-Analyse an Feuerfestisierungen - Fehler auf Basis ihrer gemessenen Temperaturen klassifiziert werden sollen, ist nicht tolerierbar, wenn mit einer einfachen IR-Kamera die vorhandene Fehlertemperatur z. B. um 20 Grad zu niedrig gemessen wird und daher der Fehler in die falsche Kategorie eingeordnet wird. Aus diesem Grund schreiben Organisationen wie VdS oder der VATH (Bundesverband für angewandte Thermografie) entsprechende Kameraspezifikationen als Grundbedingung für eine seriöse Messung vor.

## VdS-anerkannte Elektrothermografie

Ausfälle und Brände in elektrischen Schaltanlagen der Industrie zeichnen sich oft dadurch aus, dass der Folgeschaden den eigentlichen Schaden in der Schaltanlage um ein Vielfaches überschreitet. Daher ist es im Interesse von Betreibern und Versicherungen, diese Risiken im Voraus zu erkennen und rechtzeitig Abhilfe zu schaffen.



Bild 2: Elektrothermografie mit separatem Display zur Messung schlecht erreichbarer Bauteile

Eine etablierte Applikation für die Thermografie ist seit vielen Jahren die Inspektion elektrischer Schalt- und Verteilanlagen auf Schwachstellen. Bei der Übertragung einer elektrischen Leistung erwärmen sich Verbindungen mit einem erhöhtem Übergangswiderstand über die normale Betriebstemperatur und sind daher mit einer Infrarotkamera gut erkennbar. Zu den anlagentechnischen Problemen gehört, dass viele Verbindungen mit Berührungsschutzabdeckungen gesichert sind, welche für die Thermografie undurchsichtig sind. Diese müssen – unter Beachtung der Personensicherheit – vor der Messung demontiert werden.

Durch VdS sind die Zugangsvoraussetzungen für den Sachverständigen für Elektrothermografie in der VdS-Richtlinie 2859 geregelt. Neben den personellen Voraussetzungen definiert diese Richtlinie auch Mindestanforderungen an geeignete Kamerasysteme wie z. B. eine geometrische Auflösung (IFOV) von besser als 2 mrad, mindestens 320 x 240 Bildpixel und ein schwenkbares bzw. separates Display für die Untersuchung schlecht einsehbarer Bauteile. Durch die Erfüllung dieser Anforderungen wird gewährleistet, dass der VdS anerkannte Elektrothermograf ein „Experte für die Diagnostik elektrischer Anlagen durch berührungslose Oberflächentemperaturmessungen mittels Infrarot-Wärmestrahlung, für die Auswertung der daraus resultierenden Messergebnisse sowie

der Ausarbeitung von Maßnahmen bei thermografischen Auffälligkeiten“ [VdS-Richtlinie 2859] ist.



Bild 3: VdS-Anerkennungsurkunde (Beispiel)

Der Fachmann ist damit in der Lage, vor Ort zu entscheiden, ob eine messbare Auffälligkeit ein Fehler ist – oder nicht. Elektrothermografie ist damit eine Tatsachenentscheidung vor Ort. Zu den inspezierten Bauteilen gehören u. a.:

- Nieder-, Mittel- und Hochspannungsschaltanlagen
- Schaltschränke an Maschinen
- Transformatoren und Generatorausleitungen
- Elektrische Maschinen und Antriebe
- Kabeltrassen, Stromschienensysteme und Freileitungen

Vor Ort werden die thermografischen Befunde oft durch eine Strommessung der einzelnen Stromkreise ergänzt, um eine Unterscheidung zwischen einer Erwärmung durch einen Fehler und einer Phasungleichbelastung finden zu können.

Ein geeignetes Prüfintervall ist eine jährlich wiederkehrende Prüfung. In vielen Unternehmen verbindet man mittlerweile eine eigene (einfache) IR-Kamera zur schnellen Prüfung einzelner Anlagen und zur Reparaturkontrolle mit der jährlichen Anlagenprüfung durch einen Experten mit professioneller Kameratechnik und umfangreichem Fachwissen.

Einen Fachmann für thermografische Messungen erkennt man u. a. an seinen Referenzen und seiner Webseite – wenn sie denn nicht nur die Beispielbilder der Kamerahersteller und keine eigenen Aufnahmen enthält.



Bild 4: bereits optisch erkennbare Schädigung an einem Schützanschluss (Phase L2)

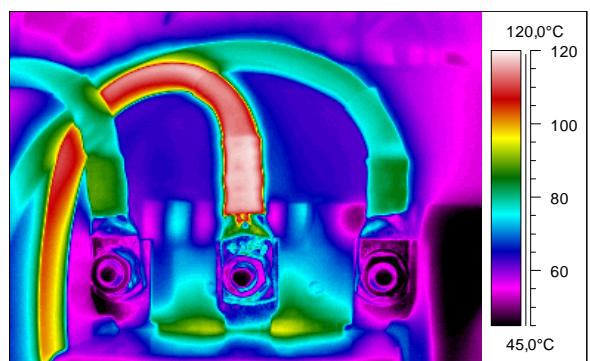


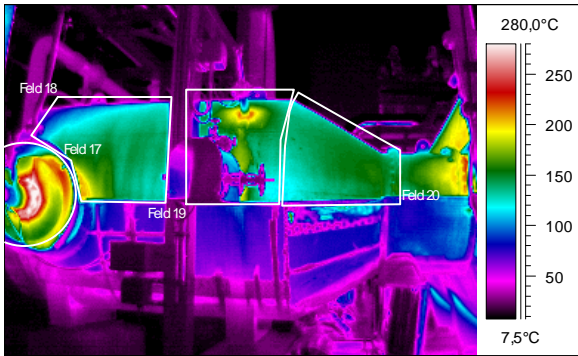
Bild 5: Das Thermogramm zu Bild 4 zeigt die Ursache – einen defekten Kabelschuhanschluss

### Hot-Spot-Analyse von Anlagen

Bei der Analyse technischer Isolierungen muss man zwischen einer aktuellen bzw. einmaligen Zustandsanalyse und einer Messung im Rahmen eines Trend-Analyse-Programms unterscheiden. Typische Situationen für den ersten Fall sind Abnahmemessungen z. B. nach Inbetriebnahme eines Kraftwerkes oder einer Anlage, wo es vorrangig darum geht, akute Probleme abzustellen und dann in den Regelbetrieb überzugehen.

Bei Anlagen mit einer Feuerfestisolierung bauen sich Probleme i. d. R. in einem längeren Zeitraum auf, so dass man diese bei wiederkehrenden Messungen durch ihre allmähliche Veränderung erkennen kann. Hierzu ist es notwendig, die Erstmessung sehr gut vorzubereiten, weil diese Messung den Startwert für die zukünftigen Inspektionen darstellt. Man richtet die Kamerastandorte und Überwachungsfelder in Rücksprache mit dem Auftraggeber ein und dokumentiert diese sehr gut, da eine Trendanalyse sich nur aus einer reproduzierbaren Situation ermitteln lässt. Setzt man diese Vorgehensweise im Rahmen einer zustandsorientierten Instand-

haltung ein, erkennt man rechtzeitig Durchbrüche an Öfen und Verbrennungsanlagen und kann z. B. die Befahrungsintervalle in Abhängigkeit vom Zustand ausdehnen.



*Bild 6: Brennkammer mit Überwachungszonen für das Trend-Analyse-Programm*

Bei kälteisolierten Anlagen sucht man mittels Thermografie natürlich nach „Cold-Spots“. Diese sind oftmals dadurch gefährlich, dass sich bei gleichzeitigem Auftreten von Isolierungsschädigung und Beschädigung der dampfdichten Umhüllung Kondenswasser bilden kann, welches dann zu einer beschleunigten Korrosion und damit zur Herabsetzung der Standfestigkeit führt.

Wenn eine Vielzahl von feuerfest isolierten Anlagen zu überwachen ist bzw. Messpunkte an schlecht erreichbaren Stellen liegen, setzt man fest installierte IR-Kameras ein.

### Visualisierung von Gasleckagen

In der industriellen Produktion und Energieversorgung werden viele Gase und flüchtige Substanzen eingesetzt, deren Emissionen man aus den verschiedensten Gründen begrenzen möchte. Eine sichere Erkennung ist dafür eine wesentliche Grundlage.

Aus der IR-Spektroskopie kennt man die Vorgehensweise, gasförmige Komponenten anhand ihrer Absorptionsbanden zu identifizieren. Diese Absorptionsbanden bedeuten in der thermografischen Messung, dass diese Gase in dem betreffenden Wellenlängenbereich emittieren bzw. absorbieren – je nach Temperatur des Gases und des Hintergrundes.

Die patentierte Technologie der GasFindIR-Kameras kombiniert High-End-Detektoren (InSB, QWIP) mit speziellen gekühlten IR-Filtern. Durch die Einschränkung der detektierbaren Wellenlängen auf den Bereich der Absorptionsbanden relevanter Gase muss ein sehr empfindlicher Detektor (<25 mK) eingesetzt werden. Die sich ergebende Absorption der IR-Hintergrundstrahlung

durch das Gas macht diese Gase sichtbar. Dabei ist es unerheblich, ob ein kühleres Gas vor einem wärmeren Hintergrund ausströmt – oder umgekehrt. Wichtig ist die Temperaturdifferenz zwischen Gas und Hintergrund.

Für alle GasFindIR-Kameras gilt, dass diese nicht für die Konzentrationsmessung gedacht sind, sondern nur für die Erkennung der Leckagen. Man kann lediglich im Infrarotbild abschätzen, dass es sich um eine größere oder kleinere Emission handelt.

Durch die mobile Detektion mit einer Hand gehaltenen IR-Kamera können in kurzer Zeit sehr viele potentielle Leckagestellen - auch an schlecht erreichbaren Stellen - effizient inspiziert werden.

Durch den Einsatz von Teleobjektiven sind große Messdistanzen – z. B. bei Raffinerietanks oder Biogasanlagen möglich.



*Bild 7: Prüfung von Chemieanlagen mit der GF320-Kamera als Dienstleistungsmessung*

Nach ihrem Absorptionsverhalten lassen sich verschiedene Gase in Bereichen zusammenfassen, so dass die Detektion dieser Gase mit nur einer GasFindIR-Kamera möglich ist. In der Praxis haben sich vorrangig 2 Kameras etabliert:

Die MWIR-Kamera GF320 kann z. B. die folgenden flüchtigen Kohlenwasserstoffe erkennen:

- Benzol, Ethanol, Methanol, Ethylbenzol
- Heptan, Hexan, Oktan, Pentan, Toluol, Isopren
- Methan, Butan, Ethan, Propan
- Ethylen, Propylen, Xylen, MIBK, MEK

Die LWIR-Kamera GF306 ist z. B. für die folgenden Komponenten ausgelegt:

- Schwefel-Hexa-Fluorid (SF<sub>6</sub>)
- Ammoniak, Chlordioxid, Acetylchlorid, Ethylen, Furan, Hydrazin, Propen
- Methylsilan, Methyl-Ethyl-Keton, Methyl-Vinyl-Keton
- Vinylchlorid, Vinylcyanid, Vinylether

Für die Betreiber der Anlagen ergibt die GasFindIR-Messung folgende Vorteile:

- Erfüllung gesetzlicher Vorschriften hinsichtlich des Umweltschutzes
- Verringerung von Gesundheits- und Explosionsgefahren
- Reduzierung von Brenngasverlusten (Biogasanlagen)
- Leckageortung aus sicherer Entfernung
- Positives Image durch Verringerung von Geruchsemissionen
- Effizientere Anlageninspektion im Vergleich zum Sniffer-Einsatz

Die typischen Einsatzorte sind u. a. Raffinerien, die Chemieindustrie, die Erdgasversorgung und Biogasanlagen. Infolge des hohen Anschaffungswertes der GasFindIR-Kameras von ca. 70.000,- Euro werden solche Messungen nicht nur betriebsintern, sondern auch über externe Dienstleister realisiert.

Häufig aufzufindende Leckagepunkte bei flüchtigen Kohlenwasserstoffen sind u. a.:

- Einfach wirkende Gleitringdichtungen an Pumpen
- Undichte Flansche
- Falsch eingestellte Abblaseeinrichtungen zur Druckhaltung
- Überläufe ohne Tauchung

Die Dokumentation erfolgt weniger mit den sonst bekannten IR-Bildern als mehr in Form einer Anlagenliste und Videos der inspizierten Anlagen. Auf den „statischen“ IR-Bildern sind die Gasemissionen nicht im gleich guten Umfang nachvollziehbar, wie auf den „bewegten“ Videos. In der Kamera ist ein spezieller High-Sensity-Modus (HSM) realisiert, welcher eine deutliche Schärfung des Bildes an bewegten Stellen und damit eine Kontrastverstärkung der Gasströmungen bewirkt.



Bild 8: Gasleckage an der Dichtung einer Pumpe (IR-Bild-Modus)

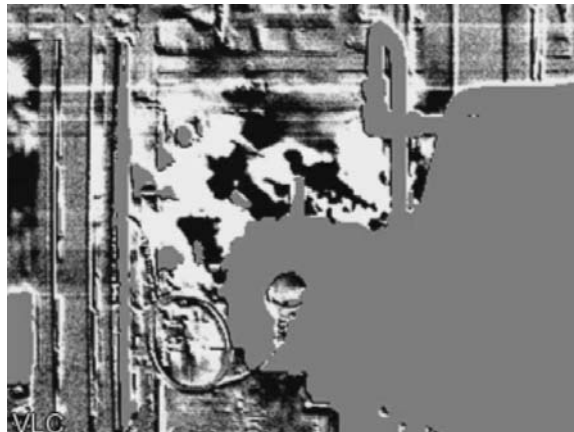


Bild 9: Gasleckage an der Dichtung einer Pumpe (HSM-Modus)

Für die Betreiber von Verbrennungsanlagen und Hochöfen ist eine Spezialkamera für die Erkennung von Kohlenmonoxidemissionen erhältlich.

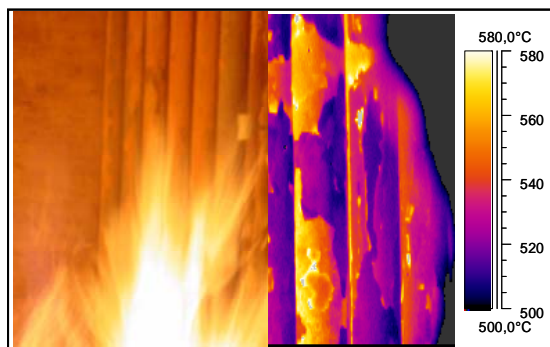


Bild 10: Die Messung mit einer Durchflammenkamera (z. B. FLIR GF309) erlaubt exakte Messwerte der Reaktionsrohre oder der Feuerfestisolierung

Es bleibt nur noch festzuhalten, dass die GasFindIR-Kameras im Gegensatz zu IR-Spektrometern keine Unterscheidung einzelner Gase ermöglichen. Durch Kenntnis der technischen Anlagen ist dem Thermografen aber bekannt, welches Medium sich in der untersuchten Leitung oder dem Tank befindet.

### On-line-IR-Überwachung von Prozessen und Anlagen

Bislang wurde die thermografische Erkennung von sich langsam aufbauenden Gefährdungspotentialen beschrieben. Wenn sich die typischen Fehleraufbaugeschwindigkeiten im Bereich von Tagen, Stunden oder noch schneller ergeben, wird offensichtlich, dass eine händische Überwachung mit Prüfpersonal nicht mehr effizient möglich und eine automatisierte Überwachung notwendig ist.

Dabei sind einige Randbedingungen zu beachten:

- Lassen sich Prozess- und/oder Anlagenzustände mit Infrarotthermografie (d.h. über Temperatur- oder Wärmestrahlungsunterschiede) erfassen?
- Liegen die zustandsbedingten Signaländerungen außerhalb der Schwankungen des Detektors bzw. der normalen Produktschwankungsgrößen bzw. der Regelcharakteristik des Prozesses?
- Wie groß ist die Änderungsgeschwindigkeit der IR-Größen?
- Führt die zu schnelle Bewegung des Messobjektes zu einer ungenauen Messung durch „Versmierung“ der Messwerte oder kann man dies durch die Wahl einer anderen IR-Kamera umgehen?
- Welche Störeinflüsse liegen vor: Strahlung, Luftströmung, unterschiedliche Materialien?
- Ist es möglich, das Fehlerkriterium softwaretechnisch zu beschreiben?
- Wie kann die Kamera vor dem Prozess geschützt werden (z. B. Schutzgehäuse, Kühlung, etc.)?
- Wie kann der Prozess vor der Messung/Messtechnik geschützt werden (z. B. vakuumdichte Schutzscheiben auf der Anlage)?
- Welche Schnittstellen sind für den Betreiber wichtig?

Die Lösungen können in Form von „intelligenten“ IR-Kameras, PC-gestützter Auswertung oder umfangreichen Bildverarbeitungssystemen vorliegen.

Eingesetzt werden vorrangig IR-Kameras mit 320x240 oder 640x480 Bildpunkten, EtherNet-Anbindung und 9Hz/50Hz-Bildrate.



Bild 11: Integration eines Schlackendetektionsystems in den Leitstand eines Stahlwerkes

Beispiele für realisierte Überwachungen mit On-line-IR-Sensorik sind u. a.:

- Hot-Spot-Detektion an Pfannen für den Flüssigstahltransport
- On-line-Schlackendetektion für Stahlabstichprozesse (slag detection)
- Überwachung von Lagerplätzen und Transportprozessen zur Früherkennung von entstehenden Bränden
- Kontrolle von Fließgewässern zur Überwachung von Einleitungstemperaturen
- Überwachung von Produkttemperaturen zur Gewährleistung geforderter Objekttemperaturen
- Hot-Spot-Analyse von Solarmodulen beim Qualitätstest in der Produktion
- Überprüfung von Elektronikkomponenten (Boards) als Warenausgangskontrolle bzw. zur Optimierung von Elektronikdesigns hinsichtlich der Wärmeentwicklung
- Prüfung von KFZ-Armaturenbrettern (Dashboards) und anderen Verbundbauteilen auf Lufteinschlüsse und Klebefehler
- Funktionsprüfung von elektronischen Leiterplatten und elektrischen Komponenten
- Überwachung von Schweiß- und Lötprozessen

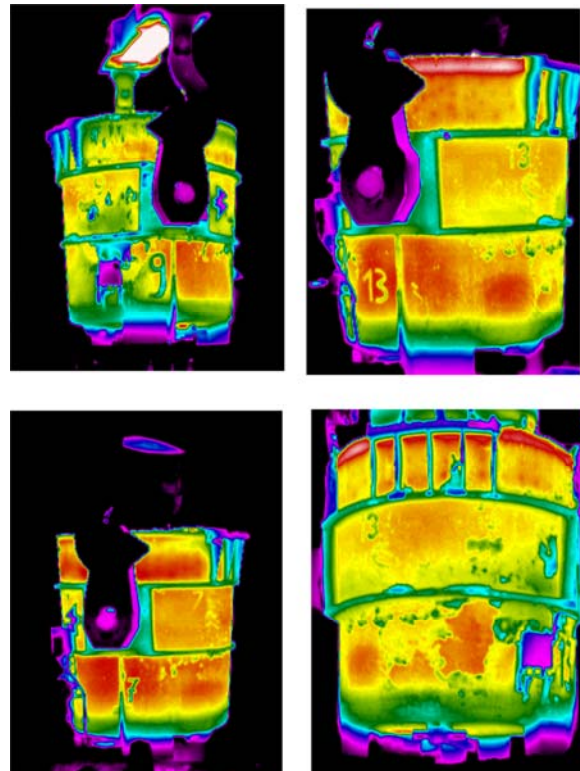


Bild 12: Überwachung von Stahlpfannen mit automatisierten Systemen (Ladle-hot-spot) zur Erkennung von Durchbruchgefahren

## Automatisierte Erkennung von Brandgefahren

Viele Lagerbereiche und Transportvorgänge beinhalten das Risiko der Selbstentzündung oder Glutnestverschleppung.

An der Oberfläche von Schüttgütern führen diese Vorgänge zu einer messbaren Temperaturerhöhung. Durch eine permanente Überwachung mit Infrarotkameras kann diese Temperaturerhöhung wie auch andere entstehende Brände gemessen und automatisch ausgewertet werden.

Die Kriterien für eine Alarmierung sind bei solchen Systemen i. d. R. über EtherNet konfigurierbar und berücksichtigen sowohl eine sichere Erkennung von kritischen Zuständen als auch die Vermeidung von Fehlalarmen durch permanente oder temporäre zulässige Wärmequellen. Die automatisch gebildeten Alarme können im Bild visualisiert oder über Digital-I/O ausgegeben werden. Zusätzlich können im Alarmfall die aktuellen Infrarotbilder via eMail oder FTP versandt werden.

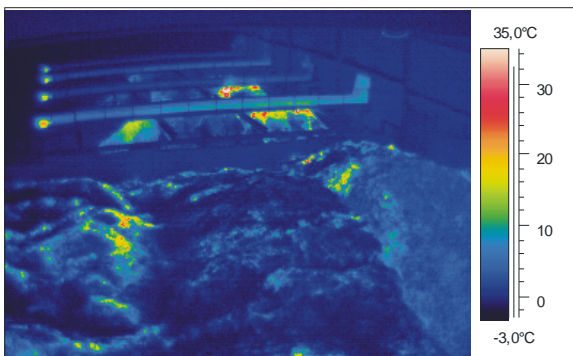


Bild 13: Überwachung eines Mülllagerplatzes mit dem ITEMA-IRTM-SS-System

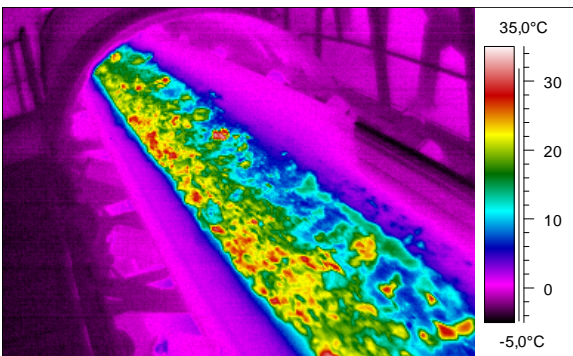


Bild 14: Transportbandüberwachung im IR-Bild

Durch die spezielle Software ITEMA-Control können mehrere IR-Kameras gleichzeitig dargestellt und zur automatischen Überwachung und Alarmierung eingesetzt werden.

## Optimierung von Prototypen und Serienprodukten durch Prüfstandsmessungen

Eine Teilautomatisierung von Prüfaufgaben wird oft im Rahmen von Prüfstandsmessungen eingesetzt. Dabei verbindet man – je nach Prüfaufgabe – IR-Kameras unterschiedlicher Ausprägung (320x240 oder 640x480 Pixel, 9Hz/30Hz/50Hz, 50mK/30mK) über eine Ethernet-Verbindung mit einem Auswerte-PC. Verschiedene Optiken gewährleisten eine optimale Anpassung des Bildfeldes.

Zum Einsatz kommen sowohl fertige Softwarepakete der Hersteller (z. B. FLIR mit Researcher PRO) oder eigenständige Softwarelösungen verschiedener Anbieter.

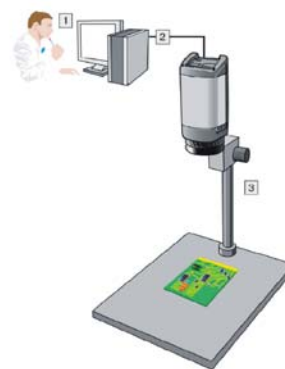


Bild 15: typische Prüfstandlösung mit Monitor (1), Auswerte-PC (2) und IR-Kamera (3) [Quelle: FLIR]

Je nach Einsatz erhöhen solche Messungen über die Erfassung von Temperaturfeldern die Sicherheit in der Produktentwicklung (z. B. bei Elektronikplatinen) oder die Betriebssicherheit ausgelieferter Komponenten durch eine Prüfung von qualitätsrelevanten Parametern wie z. B. Schweiß- und Lötverbindungen oder eine gleichmäßige Wirkung von Isolierstoffen.

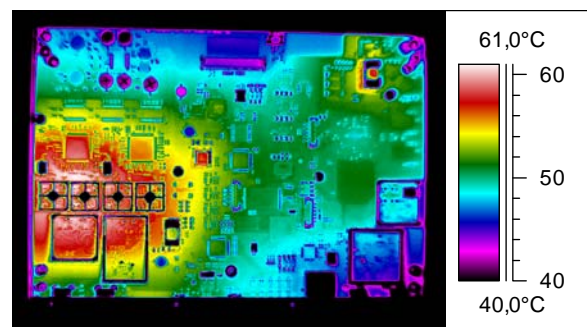


Bild 16: Temperaturverteilung auf einer Elektronikplatine (640x480-Pixel-Kamera)

Solche Lösungen sind heute relativ preiswert geworden und starten z. B. schon bei 6.950,- Euro für eine 9Hz-Kamera (320x240 Pixel) und eine einfache Software.

## Machbarkeitsstudien für den Einsatz thermografischer Messtechnik

Um die technische Realisierbarkeit thermografischer Messmethoden in Bezug auf eine Prüfaufgabe beurteilen zu können, sind überdurchschnittliche Anforderungen an Technik und Personal zu stellen. Der Thermograf „um die Ecke“ oder die schnell verfügbare Kamera aus der Nachbarabteilung reichen da oft nicht aus.

Zu den Anforderungen gehören u. a. (je nach Applikation):

- Fachliche Qualifikation, d. h. Kenntnis von verschiedensten thermografischen Messmethoden und deren Grenzen/Möglichkeiten
- Erhöhte Kenntnis von Strahlungsphysik und Thermodynamik
- Applikationsbezogenes Wissen
- Geometrisch und zeitlich hochauflösende Mikrobolometerkameras (640x480 Pixel, 50 Hz Aufzeichnungsrate, Optiken)
- Möglichkeit, gekühlte IR-Kameras einsetzen zu können (
- Möglichkeit, NIR-Kameras einsetzen zu können
- Bereitschaft des Auftraggebers zur offenen Diskussion (Absicherung über NDA)
- Bereitschaft des Auftraggebers zur Übergabe von Prüfstücken oder zur Schaffung von verschiedenen beurteilungsfähigen Prozesssituationen
- Aktive Thermografieverfahren (Lock-In etc.)

Beachtet man diese Anforderungen, kann man von einer Machbarkeitsstudie erwarten, dass sie eine seriöse Erfassung und Abklärung des Sachverhaltes inkl. potentieller Lösungsansätze bzw. eine finale Ablehnung liefern kann.

### Spezielle IR-Kameras

Einzelne Aufgabenstellungen erfordern IR-Kameras mit besonderen Eigenschaften – meist auch im preislich höheren Segment angesiedelt. Zu den Anforderungen, die über Mikrobolometerkameras hinaus gehen, gehören u. a.:

- Schnelle Datenaufzeichnung mit bis zu 3.450 kHz Bildrate
- Kurze Integrationszeiten ab 1µs
- Andere Wellenlängenbereiche (NIR, MWIR)
- Möglichkeit der Echtzeit-Triggerung der Kamera auf den Prozess
- Snap-Shot-Read-Out statt Rolling-Shutter
- Nutzung spezieller IR-Filter für Gase oder Gläser

Die Nutzung solcher Kameras erlaubt z. B. eine Untersuchung von Echtzeitprozessen wie bei Schaltbauteilen und Airbags oder eine Fehlerstrukturanalyse an Solarzellen oder Verbundwerkstoffen (z. B. in der Luftfahrtindustrie).

## Zusammenfassung

Thermografische Messmethoden – ob nun Hand gehalten oder fest installiert – sind sehr effiziente Tools um schnell und berührungslos Aussagen zum Prozess- und/oder Anlagenzustand zu gewinnen. Wenn der Einsatz durch entsprechend zertifizierte Fachleute unter Beachtung bestimmter Rand- und Einsatzbedingungen mit der geeigneten Messtechnik erfolgt, sind optimale Ergebnisse u. a. in den folgenden Bereichen erzielbar:

- Verbesserte Instandhaltungsplanung
- Erhöhung der Produktqualität und Energieeffizienz
- Vermeidung von Personen-, Umwelt-, Brand- und Betriebsausfallgefahren
- Bessere Beurteilung von Anlagen- und Prozesszuständen

Der Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V. (VATh) wurde 1999 als technisch-wissenschaftlicher Verein gegründet.

Zielsetzung des VATh ist die Förderung der Thermografie, ihrer Anwendung, Weiterentwicklung und Erschließung neuer Anwendungsgebiete. Der VATh versteht sich als Forum für Erfahrungs- und Informationsaustausch, bei dem nationale und internationale Kontakte gepflegt werden. Weitere Aufgabengebiete sind Beratung, Weiterbildung, Qualifizierung und Zertifizierung sowie Mitarbeit und Interessenvertretung in Gremien und Normenausschüssen.

Anschrift:

Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V.

Am Burgholz 26

D - 99891 Tabarz

Tel.: +49 36259 - 311444

Fax: +49 36259 - 311445

e-Mail: [info@vath.de](mailto:info@vath.de)

Internet: [www.vath.de](http://www.vath.de)

#### ITEMA GmbH

Infrarot-Thermografie, Engineering,  
Messtechnik & Automatisierung

Schulstrasse 2, 06217 Merseburg  
Tel. 03461-502510 Fax 03461-502527  
[www.flir-infrarot.de](http://www.flir-infrarot.de) [www.itema.de](http://www.itema.de)  
[info@itema.de](mailto:info@itema.de)



Die Urheberrechte an den Bildern und Grafiken des Aufsatzes liegen bei der ITEMA GmbH. Eine separate Weiterverwendung außerhalb des Gesamtartikels bedarf der Zustimmung des Autors.