

DROHNENMAGAZIN.COM

DROHNEN

DAS FÜHRENDE FACHJOURNAL
FÜR UNBEMANNTE SYSTEME

magazin

LANDWIRT-
SCHAFT

Unbemannte
Herdenhunde

LUFTRETTUNG

Illegale
Drohnen meiden

PRAXIS
Infrarot
Thermografie

VON DER ERDE
FERNGESTEUERT

KATASTROPHENSCHUTZ

Wenn die Erde bebt

DIE MARS- HELIDROHNE

INFRAROT THERMOGRAFIE

TEXT: DIETRICH
SCHNEIDER

FOTOS: DREAMTIME,
DIETRICH
SCHNEIDER

Eine Drohne als fliegende Wärmebildkamera gilt zu Recht als Schweizer Taschenmesser. Wärmestrahlungen und Temperaturen von Oberflächen auf Distanz, die den menschlichen Sinnen verborgen bleiben, helfen nicht nur, vermisste Personen oder Wildtiere aufzuspüren – sie geben auch wertvolle Hinweise auf Fehlfunktionen bei Infrastrukturen und technischen Systemen.

Ohne den zielgerichteten Einsatz einer Wärmebildkamera wäre dieses Problem vielleicht nie gelöst worden. Was war passiert? Der Betreiber einer Photovoltaikanlage erzielte nicht den geplanten Ertrag. Es gab ständig Störungen und Ausfälle. Nach nur einem Jahr Betriebszeit war einer von sechs Wechselrichtern dieser Photovoltaikanlage bereits zweimal durchgebrannt. Die Lösung, die niemand für möglich gehalten hätte, war am Ende ganz einfach. Unterschiedlich große Felder (Modulstränge) der Anlage waren von der Installationsfirma nicht auf die vorgesehenen Wechselrichter verschaltet worden. So war im konkreten Fall ein kleiner Wechselrichter mit einer zu großen Fläche verbunden und damit ständig überlastet. Ein fataler Fehler, der nicht nur wirtschaftliche Verluste brachte, sondern auch hätte gefährlich werden können.

Hier nun zeigt sich eine der Stärken der sogenannten Infrarot-Thermografie. Die berührungslose bildgebende Temperaturmessmethode ermöglicht die zuverlässige Ortung und Quantifizierung thermischer Auffälligkeiten eines Messobjekts. Für die menschlichen Sinne bleibt die Welt der Wärmestrahlung größtenteils verborgen, anders als manchem Tier, beispielsweise den Klapperschlangen. Während der für unsere Augen sichtbare Spektralbereich bei Wellenlängen zwischen 380 und 780 nm

liegt, spricht man für den Bereich zwischen 800 und 14.000 nm vom thermischen Infrarot. Die moderne Messtechnik in Form sogenannter Mikrobolometer-Kameras nutzt diesen Wellenlängenbereich. Sie macht es nun auch dem Menschen möglich, das eigentlich Unsichtbare sichtbar zu machen. Erste sog. Quantendetektoren wurden in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelt. Einen großen Entwicklungsschub gab es dann in den 50/60er Jahren durch militärische Anwendungen, z.B. Infrarot-Zielsuchköpfe für Raketen. Praxistaugliche Geräte in handhabbarer Form gibt es zu bezahlbaren Preisen erst seit etwa 15 – 20 Jahren. Aktuelle Infrarot-Kameras für den industriellen Bereich sind in der Lage, Temperaturunterschiede von weniger als 0,05 K aufzulösen. Typischerweise gehen die Messbereiche von etwa -30 °C bis zu über 2000 °C bei Hochtemperaturanwendungen.

Der Klassiker ist seit vielen Jahren die Gebäude-Thermografie. Energieeinsparung und Wärmeschutz sind in Zeiten steigender Energiepreise eine zwingende und auch lohnende Aufgabe. Auf der Suche nach „Wärmebrücken“ leistet eine Wärmebildkamera dabei unschätzbare Dienste. Ob im Altbestand vor der Sanierung oder als Qualitätskontrolle beim Neubau, der energetische Zustand der Gebäudehülle, von Fenstern und Türen, kleinste Temperatur-

Die Thermalaufnahme von diesem Waldbrand erzeugt ein impressionistisches Kunstwerk. Der Fachmann erkennt jedoch mögliche Angriffspunkte für Löscheinsätze.

» Die berührungslose bildgebende Temperaturmessmethode ermöglicht die zuverlässige Ortung und Quantifizierung thermischer Auffälligkeiten eines Messobjekts. **Für den Menschen bleibt die Welt der Wärmestrahlung größtenteils verborgen.** «

unterschiede können sichtbar gemacht werden (Thermogramm Fassade). Seriöse Messungen an Gebäuden erfordern aber stets die Beurteilung sowohl des Außen- als auch des Innenbereichs. Praktisch genutzt wird die Thermografie auch in der Denkmalpflege. Unter Putz verborgene Strukturen, wie verputztes Fachwerk, können so sichtbar gemacht werden. Die Lage zugemauerter Fenster oder Türen, unterschiedliche Mauerwerksmaterialien, alles das ist für die Thermokamera kein Geheimnis mehr. Ein Feuchteschaden (Gefahr der Schimmelbildung), Undichtigkeiten einer Fußbodenheizung oder eines Flachdaches können unter Ausnutzung einfacher physikalischer Zusammenhänge relativ einfach geortet werden. Teure Folgekosten durch Aufstemmen müssten häufig erst gar nicht entstehen. Ein Dübel, an der falschen Stelle gesetzt, kann um vieles teurer werden als die rechtzeitige Zuhilfenahme eines Thermografie-Fachmanns.

Ein weiteres großes Einsatzfeld erschließt sich für die Wärmebildtechnik im Rahmen der technischen Diagnostik und Instandhaltung. Im handwerklichen und industriellen Umfeld liegt der besondere Vorteil darin, dass dies bei laufendem Betrieb einer Anlage passieren kann. Die Infrarot-Thermografie ist eine effektive Methode für die vorbeugende Instandhaltung von Anlagen und Betriebsmit-

teln. Anhand thermografischer Analysen können, ohne Abschaltung der Anlage, Schäden und Schwachstellen transparent gemacht und frühzeitig erkannt werden. Anlagenausfälle können hierdurch vermieden und Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig geplant werden. Der mobile Einsatz von Wärmebildkameras, handgehalten oder drohnengetragen, gewinnt deshalb immer mehr an Bedeutung. Mit Hil-



fe von Drohnen können jetzt Inspektionen an Brückenbauwerken, Schornsteinen oder Windkraftanlagen durchgeführt werden, die bisher immense Gerüst- oder Krankkosten verursachten. Daneben etabliert sich auch die stationäre Prozessüberwachung. Ob zur Temperaturüber-

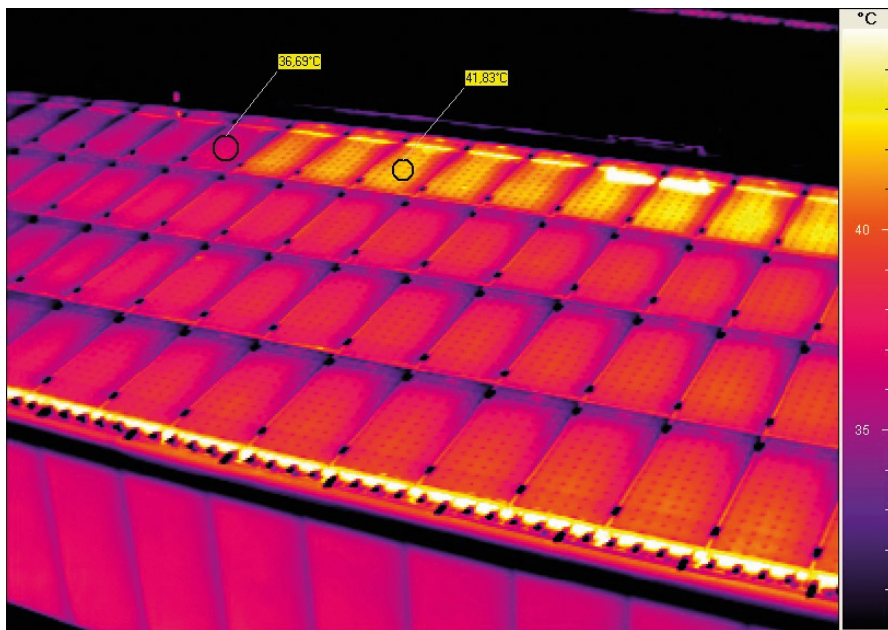
Die Drohnen-Thermografie von Photovoltaikanlagen setzt eine aufwändige Planung voraus. Abhängig von der geometrischen Auflösung des verwendeten IR-Sensors muss zunächst die maximale Flughöhe berechnet werden. Eine exakte Temperaturmessung verlangt, dass in einer Zelle des Moduls jeweils 3 x 3 Messpixel platziert sein müssen. Aus der Flughöhe ergeben sich dann im Weiteren die Abstände der einzelnen überlappenden Flugbahnen der Drohne über den gesamten Generator. Der Betrachtungswinkel und der Sonnenstand sind eine weitere Herausforderung. Direkte Reflexionen der Sonne sollte man dem empfindlichen IR-Sensor nicht zumuten.

wachung eines Schmelzofens oder zur vorbeugenden Brandkontrolle einer Mülldeponie, hier überall kann die Infrarot-Messtechnik ihre besonderen Vorteile ausspielen. Völlig unabhängig von Tages- und Nachtzeit oder Wetter und auch vollautomatisch arbeitend.

THERMOGRAFIE AUS SICHERER ENTFERNUNG

Ein entscheidender Vorteil beim Einsatz einer Wärmebildkamera liegt auch darin, dass man ein Messobjekt über große Entfernungen (mehrere hundert Meter) detektieren kann. Gefährliche Objekte, z.B. rotierende Anlagenteile oder Anlagen unter Hochspannung, können aus sicherer Entfernung gefahrlos vom Thermografen begutachtet werden. Hohe Temperaturen z.B. einer Metallschmelze sind mit einer geeigneten Kamera genauso wenig ein Problem, wie die Suche nach Gaslecks einer Biogasanlage.

» Voraussetzung für eine fachgerechte Thermografie ist allerdings eine professionelle Beherrschung der Technik. **Ohne einige Grundkenntnisse physikalischer Zusammenhänge erschließt sich allerdings die Welt der „bunten Bilder“ nicht wirklich.** «



Da berührungslos gemessen wird, ist die Kontaminierung von Lebensmitteln (z.B. Gefriergut) ausgeschlossen. Empfindliche Oberflächen werden nicht beschädigt, wie dies beim Einsatz eines Kontaktthermometers unvermeidlich wäre. Die IR-Thermografie ist somit eine unverzichtbare Inspektionshilfe und leistet einen wichtigen Beitrag zur Früherkennung von Schäden.

Voraussetzung für eine fachgerechte Thermografie ist allerdings eine professionelle Beherrschung der Technik. Ohne einige Grundkenntnisse physikalischer Zusammenhänge erschließt sich allerdings die Welt der „bunten Bilder“ nicht wirklich. Die physikalischen Grundlagen stammen dabei von so berühmten Namen wie den Physikern Herschel, Planck, Stefan, Boltzmann und Wien. Ihre Entdeckungen, Forschungen und daraus formulierten Gesetze ermöglichen es, die thermischen Eigenschaften eines Körpers, der eine über dem absoluten Nullpunkt (-273 °C) liegende Temperatur hat, sichtbar zu machen.

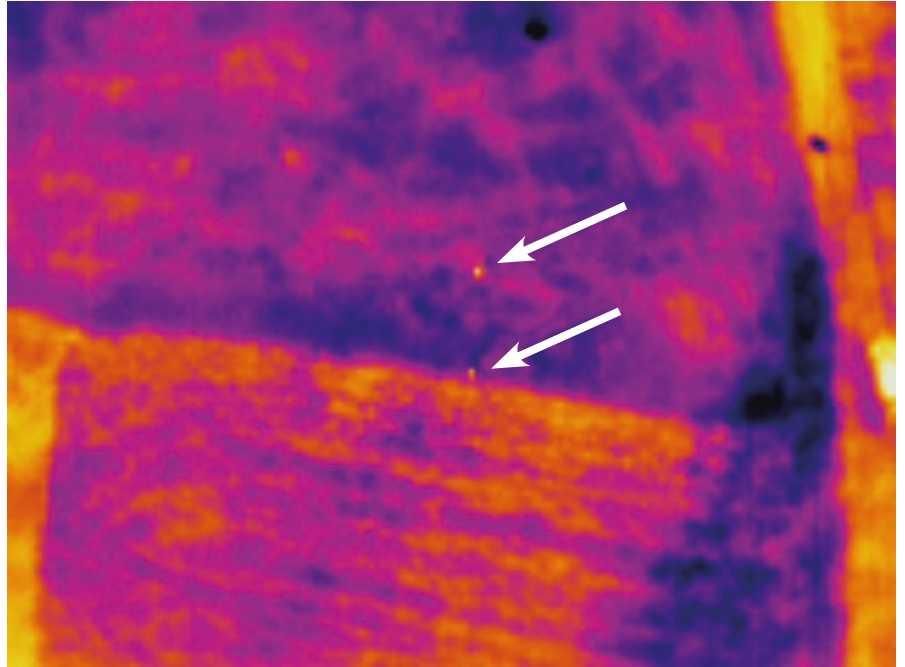
Im Unterschied zu anderen bildgebenden Verfahren (z.B. Röntgen- oder Ultraschall-Prüfung) können allerdings mit der hier besprochenen passiven Thermografie weitgehend nur Oberflächeneigenschaften (Temperaturen) detektiert werden. Aktive Thermografie setzt beispielsweise externe Strahlungsquellen (Blitzlampen u.a.) ein, um Strukturfehler in Materialien sichtbar zu machen. Anschaulichstes

Beispiel sind die Flügel großer Windkraftanlagen, die in den Anfängen per Röntgenprüfung inspiziert wurden. Die verwendeten glasfaserverstärkten Kunststoffe (GFK) lassen sich heute durch aktive Thermografie sehr effizient und ohne die Gefahr der Strahlenbelastung auf beispielsweise Laminierungsfehler, Einschlüsse usw. prüfen.

ANWENDUNG IN DER MEDIZIN

Einige interessante Gebiete der Thermografie befassen sich mit Anwendungen im Human- bzw. Veterinärbereich. Seit Jahren wird neben der klassischen Mammografie zur Brustvorsorgeuntersuchung an speziellen Kliniken auch die thermografische Methode eingesetzt. Sehr gut sichtbar wird in einer anderen Anwendung die Auswirkung des Nikotingenusses auf die gestörte Durchblutung der Gliedmaßen (Thermogramm Hand). Standard in der Veterinärmedizin ist die Untersuchung von Tieren auf Verletzungen und Entzündungen. Die erhöhte Temperatur eines Entzündungsherdes lässt sich sehr gut im Thermogramm lokalisieren. Mit dem Einsatz von Drohnen ist die Rehkitzsuche zu einem großen Thema geworden (Thermogramm Rehkitze).

Wer sich weiterführend mit dem Thema Infrarot-Thermografie befassen möchte, dem sei das Buch zum Thema empfohlen: „Einführung in die praktische Thermografie“ (Shaker-Verlag; ISBN 978-3-8440-6571-8). Zum Inhalt des Buches gehört deshalb auch eine Besprechung einiger grundlegender Begriffe der Thermodynamik. Wie funktionieren Mechanismen der Wärmeübertragung? Wieso erkenne ich die Lage des Fachwerks in der eigentlich verputzten Wand? Um die Funktionsweise einer Thermokamera zu verstehen, ist aber ebenso ein Ausflug in die Optik nötig. Wie in jeder Digitalkamera sind Linsensysteme verbaut, nur eben für infrarote Strahlung durchlässig. Um eine konkrete Messaufgabe lösen zu können, muss die minimale geometrische Auflösung der Kamera beachtet werden. Auch die korrekte Interpretation der erzeugten Thermogramme setzt die Beachtung optischer Gesetze voraus. Sehe ich einen wirklichen „hotspot“ (beispielsweise eine Wärmebrücke) oder nur die reflektierte Temperatur eines anderen Körpers? Der größte Teil des Buches widmet sich der speziellen



Gerätetechnik einer IR-Kamera. Was hat es mit dem Emissionsgrad auf sich? Was ist eine Umgebungsstrahlungstemperatur? Welchen Einfluß haben Level und Span auf die Aussage eines Thermogrammes? Was sollte ein korrekter Bericht für den Auftraggeber enthalten? Ein Hinweis auf die in Deutschland verfügbare Literatur und die wichtigsten Vorschriften zum Fachgebiet finden sich im Anhang.

Sind Sie auf der Suche nach einem/einer fachkundigen Thermografen/Thermografin? Lassen Sie sich bitte die Kenntnisse, Ausbildung und Zertifizierung nachweisen, bevor Sie einen Auftrag vergeben. Hilfestellung kann dazu der „Bundesverband für Angewandte Thermografie“ (VATh) geben. Neben verschiedenen Richtlinien zum Download (z.B. Elektrothermografie/Photovoltaik) findet sich auf den Internetseiten des Verbands (www.vath.de) auch eine Mitgliederliste mit den vorhandenen Qualifikationen. ■

In der Wildtierhege sind Wärmebildkameras ein probates Instrument. Auf dieser Aufnahme markieren die hellen Wärmepunkte zwei Rehkitze in einer Wiese. Bei der Interpretation von Wärmebildern kommt es auf die Erfahrung an, damit die Effizienz des Einsatzes nicht verloren geht.

Dietrich Schneider
 Dipl.-Ing.-Päd.(TU); Dipl.-Inf.Wirt (FH)

zertifizierter Infrarot-Thermograf
 Stufe 3 (TT3) nach DIN EN ISO 9712

Ingenieurbüro
 Schulung - Beratung - Dienstleistung



91522 Ansbach Bauhofstr. 1

mobil: 0151 14 29 17 87 www.thermografie-schneider.de

Tel.: 0981/ 4 87 43 94 kontakt@thermografie-schneider.de