

## Leckortung und -überwachung Luftgestützte Thermografie zur Lecküberwachung und Zustandsermittlung in Dresden

Die Drewag Netz GmbH beauftragte im Frühjahr 2012 die Scandat GmbH aus Berlin, das komplette Dresdener Fernwärmenetz mit luftgestützter Thermografie zu kartografieren. Die Empfehlung kam von Fernwärmebetreibern, die diese Technik bereits erfolgreich angewendet hatten. Drewag Netz erhoffte sich vom Einsatz der Technik, neue Erkenntnisse zu Undichtheiten im Fernwärmenetz sowie neue bzw. ergänzende Informationen zum Zustand des gesamten Fernwärmenetzes zu erhalten. Diese Informationen fließen in der Folge direkt in die Instandhaltungsstrategie für die nächsten 20 Jahre ein.

Im März 2012 hat das Unternehmen Scandat Gesellschaft für Fernerkundungstechnologien mbH im Auftrag der Drewag Netz GmbH im Stadtgebiet Dresden Befliegungen mit spezieller Infrarot(IR) aufnahmesensorik durchgeführt. Dabei sollte das gesamte Fernwärmenetz einschließlich aller autarken Inselnetze, z. B. Inselnetz Dresden-Klotzsche, im Stadtgebiet erfasst werden. Ziel dieses Flugeinsatzes in den Nachtstunden war die Untersuchung von Schwachstellen und Betriebsstörungen im Fernwärmenetz. Durch die luftgestützte Bestandsanalyse von komplexen Fernwärmenetzen mit IR-Sensoren konnten in kurzer Messzeit und unter identisch definierten Messbedingungen Bild-daten mit hoher geometrischer und thermischer Auflösung erzeugt werden. Diese Aufnahmestrategie ermöglicht die vergleichende Analyse

aller Leitungen im erfassten Versorgungsgebiet. Die Zustandsanalyse dient dabei als objektive Entscheidungshilfe für die Sanierungs- und Inspektionsplanung.

### Die Technik

Für die luftgestützte Datenerfassung kam ein hochauflösender Thermalimager (Bild 1) eines Dresdener Herstellers zum Einsatz. Die technischen Parameter des Gerätes ermöglichen aus einer Flughöhe von rd. 1 km eine Bildpunktauflösung von 25 cm am Boden. Diese Präzision gewährleistet die Detektion diverser

Betriebsstörungen im Fernwärmenetz unabhängig von der jeweiligen Konstruktion und Nennweite.

Ein für den Luftbildeinsatz ausgerüstetes zweimotoriges Flugzeug kreiste in zwei Nächten jeweils vier Stunden über dem Stadtgebiet, um die Thermografiebilder des gesamten Fernwärmenetzes zu erfassen. Mit photogrammetrischen<sup>1)</sup> Methoden wurde die Kartendokumentation in digitaler Form erstellt und im Anschluss durch erfahrene Operateure<sup>2)</sup> ausgewertet und klassifiziert. Die festgestellten thermischen Anomalien sind im regionalen Koordinatensystem verortet und somit problemlos auffindbar. Die tabellarische Aufstellung in drei Klassen ermöglicht die Fokussierung von Maßnahmen (Reparaturen) in Prioritäten.

### Projektabwicklung bei Drewag Netz

Für den reibungslosen Betrieb und die Instandhaltung des Dresdener Fernwärmenetzes sorgen innerhalb der Drewag Netz zwei Abteilungen: die Abteilungen »Anlagenmanage-

<sup>1)</sup> Photogrammetrie ist der Fachbegriff z. B. für die Bearbeitung von Luftbildern (Prozessierung von Orthofotos, topografischen Karten).

<sup>2)</sup> Operateur ist der Mitarbeiter für die Datenerfassung im Flugzeug, der sich im Anschluss auch um die Verarbeitung und Auswertung der Daten kümmert.



Dipl.-Ing. (FH) **Frank Döhnert** (l.), Anlagenmanagement Rohrnetze, Drewag Netz GmbH, Dresden, Dipl.-Ing. **Hans-Jörg Krickau**, Geschäftsführer, Scandat Gesellschaft für Fernerkundungstechnologien mbH, Berlin



Bild 1. Der Thermalimager

ment Rohrnetze« und der »Betrieb Fernwärme«. Das Anlagenmanagement verwaltet das Fernwärmenetz und legt die Instandhaltungsstrategie fest. Der Betrieb Fernwärme organisiert den Betrieb des Fernwärmenetzes. Die Vorbereitung der Thermografiebefliegung übernahmen beide Abteilungen gemeinsam. Dabei gab es unterschiedliche Ziele: Für den Betrieb Fernwärme steht das Auffinden von Leckagen im Vordergrund der Bemühungen. Im Thermobild (Bild 2) gut zu erkennen ist eine Leckage an einer Verteilleitung KMR-Trasse DN 50 in der Dresdner Neustadt. Für das Anlagenmanagement ist die ganzzzeitliche Erfassung des Anlagenzustands von größerer Bedeutung. Hier im Beispiel (Bild 2) eine KMR-Trasse DN 400 ebenfalls in der Dresdner Neustadt, wobei die räumliche Nähe der beiden Stellen in einem Bild Zufall ist.

Die gewonnenen Daten gehen direkt in die Instandhaltungsstrategie der Drewag Netz bis in das Jahr 2030 ein. Mit der Thermografie des gesamten Fernwärmenetzes besteht nun die Möglichkeit, die seit den Jahren 1993/94 bei der Drewag Netz verlegten Kunststoffmantelrohre nach ihrem Zustand zu bewerten und im Planwerk entsprechend zu klassifizieren.

### Thermografie zur Leckortung

Hauptgrund zur Durchführung der luftgestützten Thermografie für den Betrieb Fernwärme ist die Senkung der Netzwasserverluste durch das Aufspüren von Leckagen. Durch die Thermografie des Fernwärmenetzes können Leckagen durch die entstandene Temperaturdifferenz geortet werden. Die Netzwasserverluste im zentralen Fernheiznetz und durch Nachspeisung in die 118 Sekundärnetze sind in den letzten zweieinhalb Jahren kontinuierlich gestiegen und erreichten in der Spitze im Jahr 2011 rd. 7 000 m<sup>3</sup> je Monat. Bei einem Gesamtnetzinhalt von 35 700 m<sup>3</sup> und einer gesamten Trassenlänge von rd. 480 km im zentralen Fernheiznetz (primär/sekundär ohne Inselnetze) stellt dieser Wert eine hohe Nachspeisemenge dar. Wobei die Freischaltungen für Neuanschlüsse und Umverlegungen in den Monaten Juni bis August auch eine Rolle spielten. Mit den Netzwasserver-

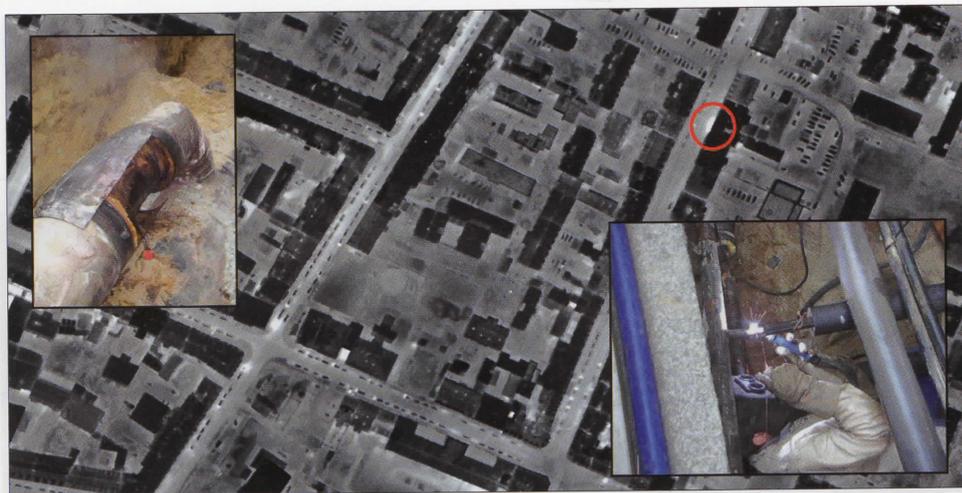


Bild 2. Eine Leckage an einer Verteilleitung KMR-Trasse DN 50 in der Dresdner Neustadt (rot), eine KMR-Trasse DN 400 mit erhöhter Wärmeabstrahlung

lusten haben ebenso die Kosten für die Nachspeisung des Netzmediums kontinuierlich zugenommen. Die Aufwendungen bei Drewag Netz für die Netznachspeisung in das Fernwärmenetz Dresden stiegen im Vergleich vom Jahr 2009 zum Jahr 2010 um 50 % und zum Jahr 2011 nochmals um 50 % (Bild 3). Bei der Rechnung handelt es sich um die reinen Kosten zur Wiederbeschaffung und Aufbereitung des Netzmediums. Der verloren gegangene Wärmeinhalt wurde nicht berücksichtigt, was den Gesamtschaden noch um einige tausend Euro erhöhen dürfte.

Durch zyklische Netzkontrollen, das Abtrennen von Teilnetzen zur Lecksuche und verstärkte Messungen im Leckwarnsystem konnten die Netzwasserverluste geringfügig eingedämmt werden. Ein wirklicher Erfolg stellte sich jedoch nicht ein.

Deshalb fiel Anfang des Jahres 2012 die Entscheidung zur Durchführung der Thermalbefliegung. Am Abrechnungsende betrug die Kosten der Befliegung und der folgenden Auswertung rd. 20 % der Nachspeisekosten des Netzmediums für das Jahr 2011.

Nach Auswertung der 520 von Scandat gelieferten Blattsnitte kann im Ergebnis festgehalten werden, dass bis September 2012 mehr Leckagen im Fernwärmenetz durch den Einsatz der Thermographie aufgespürt werden konnten als im gesamten Vorjahr 2011. Zu erwähnen ist, dass drei Schäden gleichzeitig mit der Befliegung sowie durch Messungen im Leckwarnsystem entdeckt wurden. Der größte Treffer konnte im September 2012 lokalisiert werden (Bild 4). Hier konnte durch die Thermografie eine Lecka-



Bild 3. Aufwendungen für die Netznachspeisung in den Jahren 2010 bis 2012 bei der Drewag Netz



Bild 4. Leckage an einer Rücklauftrasse DN 500 eines kanalverlegten Dreileitersystems im Dresdener Osten

ge an einer Rücklauftrasse DN 500 eines kanalverlegten Dreileitersystems im Dresdener Osten entdeckt werden. Durch Undichtheiten im Fugenbereich zwischen zwei Kanalelementen drang kontinuierlich Oberflächenwasser in den Kanal 2400 × 1000 ein. Dabei wurde erst die Isolierung zerstört und später durch Korrosion das Stahlrohr der Rücklaufleitung. Da Oberflächenwasser eindringen konnte, war die Schadstelle relativ groß. Das Leck blieb vermutlich deshalb unentdeckt, weil das austretende Rücklaufmedium mit vergleichsweise niedriger Temperatur von rd. 60 °C durch Undichtheiten in den Bodenplatten des Kanals im Sandboden versickern konnte. Erst durch die Anwendung der Thermografie konnte das gesamte Ausmaß des Scha-

dens entdeckt und auch behoben werden.

Das Anlagenmanagement wertete die gesammelten Daten zu Auffälligkeiten und Anomalien aus und meldete diese dem Betrieb Fernwärme. Der Betrieb Fernwärme kontrollierte die auffälligen Bereiche vor Ort und meldete die Ergebnisse entsprechend zurück. Bei Unklarheiten fand eine gemeinsame Begehung der Trasse und die Festlegung der weiteren Schritte statt. Die Ergebnisse wurden im DV-System dokumentiert.

Im zweiten Beispiel erkannten die Mitarbeiter von Drewag Netz, ebenfalls im Thermobild, eine undichte Bedarfsarmatur. In diesem Fall handelte es sich um eine weiterführende Verteilung 2 × DN 80/160, Baujahr 1997 (Bild 5). Der Schaden konnte durch das Leckwarnsystem nicht

erkannt werden, da die Hierarchie des HDW-Systems in den Abzweig gezogen wurde. Damit konnte die defekte Bedarfsarmatur nicht überwacht werden und die Leckage blieb unentdeckt.

Zustandsermittlung mittels Thermografie

Für das Anlagenmanagement von Drewag Netz spielt die Thermalbefliegung im Zusammenhang mit der Zustandserfassung des gesamten Fernwärmenetzes eine wichtige Rolle.

Seit dem Jahr 2009 werden bereits unbegehbare Fernwärmekanalsysteme durch die Kanalaraupe des Forschungsinstituts für Tief- und Rohrleitungsbau Weimar e. V. (FITR) inspiziert. Das Inspektionsgerät liefert detaillierte Daten und Bilder über den aktuellen Kanalzustand und ermöglicht die Festlegung einer wirtschaftlichen Sanierungsstrategie. Der Aktionsradius der Kanalaraupe ist jedoch begrenzt. Zudem kann die Technik nicht im Bereich von Kanal- bzw. Bauwerksunterzügen sowie an Richtungsänderungen zum Einsatz gebracht werden. Des Weiteren setzt Drewag Netz zur Zustandsermittlung die Sichtprüfung anlässlich von Netzkontrollen durch das Betriebspersonal ein sowie zyklische Messungen im Leckwarnsystem. Die genannten Möglichkeiten der Inspektion, außer der Messung im Leckwarnsystem, sind auf Kanal- bzw. Freileitungstrassen begrenzt. Die Inspektion der KMR-Trassen kann mit den genannten Mitteln nur unzureichend durchgeführt werden. Einige der KMR-Systeme im Dresdener Fernwärmenetz sind nun schon fast 20 Jahre bei Medientemperaturen bis 130 °C im Einsatz. Hier bietet die Thermografie eine gute Möglichkeit, die bestehende Lücke zu schließen.

Für den Anwendungsfall der Thermografie zur Feststellung des Anlagenzustands finden sich im Folgenden zwei Beispiele. Bild 6 zeigt eine KMR-Trasse 2 × DN 400/560, Verlegejahr 1994 in der Dresdener Alaunstraße. Die Thermografie stellt eine erhöhte Wärmeabstrahlung in einem gesamten Abschnitt der Fernwärmetrasse fest. Die Befliegung bestätigt die bereits durch das Leckwarnsystem festgestellten schlechten Werte der KMR-Trasse.

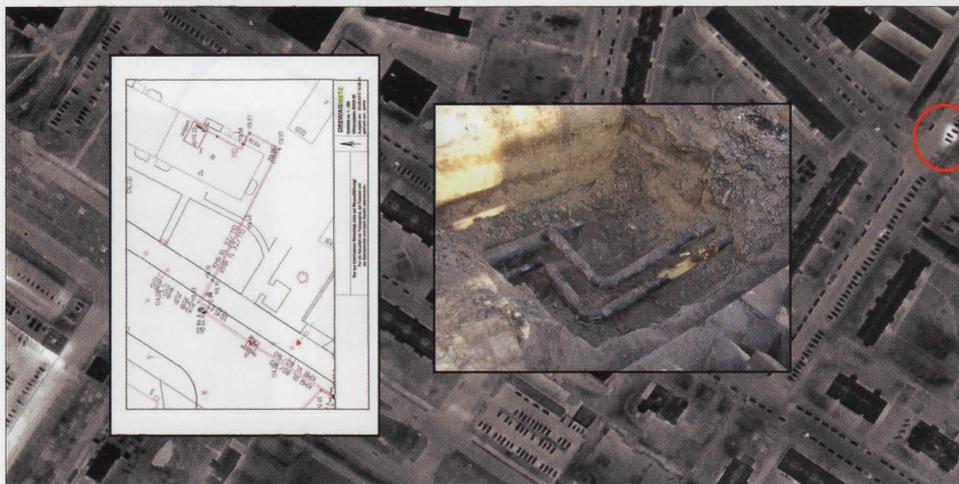


Bild 5. Eine undichte Bedarfsarmatur an einer weiterführenden Verteilung 2 × DN 80/160, Verlegejahr 1997

Das Ausmaß des Schadensbilds überraschte das Anlagenmanagement dann allerdings. Ursache für den Befund sind eine Vielzahl von undichten Anbohrarmaturen im Verlauf der Trasse, die in den 1990er-Jahren nicht ordnungsgemäß an der Inbusschraube verschweißt worden sind. Dies führte zu einer großflächigen Schaumdurchfeuchtung und in der Folge zu einem fortschreitenden Alterungsprozess im KMR-System. Im Bereich der roten Markierung befindet sich ein Entleerungsbauwerk, das an den leuchtenden Einstiegsdeckeln zu erkennen ist. Die weiterführende Trasse gleicher Nennweite in nördlicher Richtung aus dem gleichem Verlegejahr ist ohne Befund und in gutem Zustand. In Bild 6 ist der im Rahmen der Störungsbeseitigung nachträglich verschweißte Anbohrhahn eines Abzweigs gut zu erkennen.

Ein zweites Beispiel zeigt in Bild 7 ein Primär-/Sekundärkanal 2400 x 700 aus dem Verlegejahr 1970. Die starke Wärmeabstrahlung des Kanals rührt in diesem Fall von einer geringen Überdeckung und einer alternen Isolierung her, die durch das Jahrhunderthochwasser im Jahr 2002 noch zusätzlich geschädigt worden war. Auch hier sind der Fernwärme Kanal und vor allem die Bauwerke gut im Thermalbild zu erkennen. Erfahrungsgemäß ist die Wärmeabstrahlung von Bauwerken noch um einiges höher als die der Kanalstrecken im normalen Betrieb. Grund hierfür ist im Allgemeinen eine noch geringere Überdeckung der Bauwerke gegenüber den Kanälen und die Ansammlung von Armaturen mit größerer Wärmeabstrahlung. Auch sammelt sich die warme Luft aus Bauwerken und Kanälen in den Bereichen unter der Bauwerksdecke, was die Bauwerke entsprechend heller im Thermalbild leuchten lässt. Nach der Inspektion der betroffenen Kanalstrecke vor Ort konnten keine Leckagen festgestellt werden. Im Ergebnis wird eine Kanalsanierung des Abschnitts in die Instandhaltungsstrategie aufgenommen.

## Fazit

Die Überprüfung des Zustands eines Fernwärmenetzes mit der Thermalbefliegung ist ein schnelles und kostengünstiges Verfahren zur Verrin-



Bild 6. KMR-Trasse 2 x DN 400/560, Verlegejahr 1994, in der Dresdener Alaunstraße mit erhöhter Wärmeabstrahlung

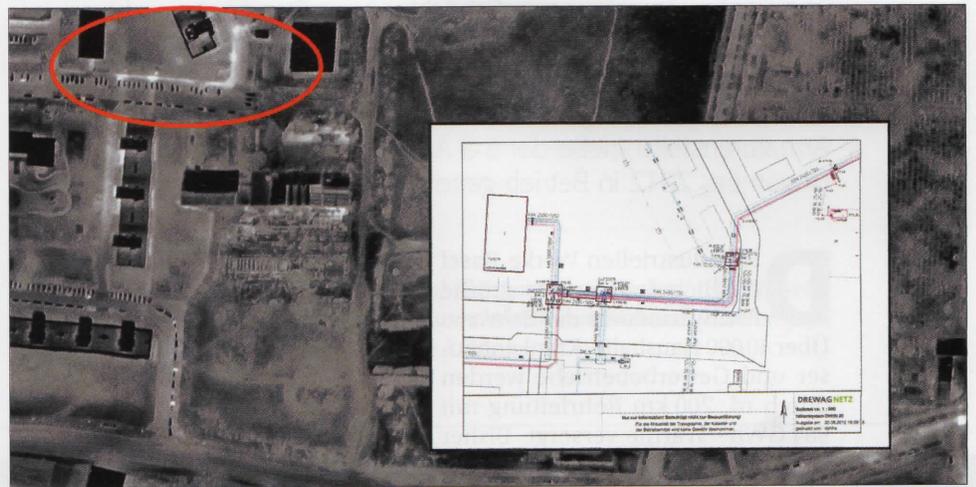


Bild 7. Primär-/Sekundärkanal 2400 x 700, Verlegejahr 1970, mit starker Wärmeabstrahlung im Bereich der Kanalstrecken sowie der Bauwerke

gerung von Instandhaltungskosten und zur Steigerung der Sicherheit im Fernwärmenetz. Die Reparaturkosten lassen sich ebenfalls senken, weil Schäden zu einem früheren Zeitpunkt entdeckt werden, bevor längere Rohrleitungsstrecken ernsthaft beschädigt werden. Die schnelle Ortung von Leckagen bedeutet auch für die Erzeugerwerke eine finanzielle Einsparung, weil die Verluste von erhitztem und aufbereitetem Netzmedium schnell verringert werden können.

Die Thermalbefliegung zur Beurteilung des Istzustands der Wärmeverluste im Fernwärmenetz Dresden ist durch keine alternative Methode im genannten kurzen Zeitraum zu ersetzen. Aus Sicht des Anlagenmanagements hat das EVU mit der entstandenen Thermalkarte eine verlässliche Grundlage, Entscheidungen zur Instandhaltungsstrategie zielgenauer treffen zu können. Eine Reduzierung von herkömmlichen Verfahren zur Schadensortung infolge der Befliegung, wie KMR-LWS-Messungen oder Messungen

der Oberflächentemperaturen, plant Drewag Netz allerdings nicht. Diese Maßnahmen werden ohne Einschränkungen für das operative Geschäft weiter fortgeführt. Auch werden die Transporttrassen zyklisch oder bei Verdacht auf Schäden mit der Kanalraupe inspiziert.

In fünf Jahren ist eine weitere Thermalbefliegung geplant. Von der Folgebefliegung hofft Drewag Netz aus den zusätzlichen gewonnenen Daten eine Tendenz der Zustandsentwicklung ableiten zu können. Des Weiteren ist vorgesehen, die komplette Thermalkarte im TIF-Dateiformat im GIS-System als zusätzlichen Layer zu hinterlegen. Damit würde ein wichtiges Arbeits- bzw. Informationsmittel für alle im Bereich Fernwärme tätigen Mitarbeiter geschaffen. ■

frank\_doehnert@drewag-netz.de

hjkrickau@scandat.de

www.drewag-netz.de

www.scandat.de