



**Bild 1:** Gasferndetektionssystem CHARM, eingebaut in den Laderaum des Hubschraubers BO 105

**Fig. 1:** CHARM remote gas detection system installed in the hold of a BO 105 helicopter

# Erdgas hat einen optischen Fingerabdruck

**CHARM<sup>®</sup>, das hubschraubergetragene Gasferndetektionssystem**

Natural gas has an optical fingerprint

**CHARM<sup>®</sup>, the helicopter-borne remote gas detection system**

Die E.ON Ruhrgas AG hat gemeinsam mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR und der Laserfirma Adlares ein neuartiges, auf Infrarot-Laserlicht basierendes Gasferndetektionssystem entwickelt, mit dem die insbesondere in bebauten Bereichen gesetzlich vorgeschriebene Dichtheitsprüfung der Erdgasrohrleitungen während der Leitungskontrollflüge mit Hubschraubern erfolgen kann. Auf der Basis geografischer Informationssysteme, deren digitale Kartenwerke genaue Angaben zu den Leitungsverläufen enthalten, und zusammen mit der Nutzung des Satelliten-Referenzdienstes ascos, der deutschlandweit Referenzdaten für die hochgenaue Positionsbestimmung mit Satellitensignalen liefert, ist für das Gasferndetektionssystem eine präzise automatische Navigation geschaffen worden, so dass mit CHARM neue effiziente Formen für die Betreuung von Erdgasleitungsnetzen eröffnet werden.

Together with the German Aerospace Centre DLR and the laser company Adlares, E.ON Ruhrgas AG has developed a novel infrared laser remote gas sensing system which can be used during aerial inspections by helicopter to check natural gas pipelines for tightness, as required by law particularly in built-up areas. Based on geographic information systems with digital maps containing detailed data on pipeline routes, and in combination with the satellite reference service ascos, which provides Germany-wide reference data for highly accurate satellite-based surveying, a precise automatic navigation was supplied for the remote gas detection system. Thus, CHARM offers new efficient ways of looking after natural gas pipeline systems.

## Hintergrund

Das Befliegen von Erdgasfernleitungstrassen mit Hubschraubern hat sich heutzutage als Überwachungsmaßnahme zur Abwehr von Fremdeinwirkungen bewährt und wird in regelmäßigen Zeitabständen netzübergreifend bis hinein in die Zentren der Ballungsgebiete durchgeführt. In bebauten Bereichen ist aber das gesetzlich vorgeschriebene Überprüfen der Dichtheit unterhalb befestigter Straßenoberflächen verlaufender Erdgasrohrleitungen nach dem bisherigen Stand der Technik nur über eine zusätzliche Leitungsbegehung mit Gasspürgeräten darstellbar. Neue Möglichkeiten erschließt hier die moderne Lasertechnik mit einem Gasferndetektionsverfahren, das bisher hauptsächlich in der Atmosphärenforschung eingesetzt wurde [1]. Dieses Potenzial nutzte die E.ON Ruhrgas AG mit der Entwicklung von CHARM<sup>®</sup> (CH<sub>4</sub> Airborne Remote Monitoring), die gemeinsam mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR und der Laserfirma Adlares durchgeführt wurde. CHARM basiert auf einem Infrarot-Lasermesssystem und kann auf große Entfernungen Methan, den Hauptbestandteil des Erdgases, aufspüren [2]. So ist es möglich geworden, Erdgasrohrleitungen vom Hubschrauber aus auf Gasdichtheit zu überprüfen (Bild 1).

## Messprinzip des Laser-Fernmesssystems

Gasspürsysteme zum Nachweis der Dichtheit unterirdisch verlegter Erdgasleitungen müssen eine hohe Nachweisempfindlichkeit im ppm-Bereich aufweisen [3]. Ein Ferndetektionssystem, das diese Aufgaben erfüllen soll, muss deshalb in Anlehnung an die Nachweisempfindlichkeit bestehender, direkt messender Systeme in der Lage sein, kleinste Erdgasmengen zu identifizieren.

Das der Neuentwicklung CHARM zu Grunde liegende Messprinzip, das Differential-Absorption-Lidar (DIAL), ist ein auf Laserlicht basierendes, aktives optisches Ortungsverfahren, das bisher weltweit mit großem Erfolg zur Analyse von Spurengasen in der Atmosphäre genutzt wird [4]. Lidar (Light detecting and ranging) beruht darauf, dass Laserlicht im ultravioletten, sichtbaren oder infraroten Spektralbereich ausgesendet und das von der Atmosphäre oder einem festen Ziel rückgestreute Licht nachgewiesen und analysiert wird.



**Dipl.-Ing. Werner Zirnig**  
E.ON Ruhrgas AG, Dorsten  
Tel. +49(0)2362/93-8704  
E-Mail: werner.zirnig@eon-  
ruhrgas.com



**Dipl.-Ing. Klaudia Kordulla**  
E.ON Ruhrgas AG, Dorsten  
Tel. +49(0)2362/93-8594  
E-Mail: klaudia.kordulla@eon-  
ruhrgas-service.de



**Dipl.-Phys. Matthias Ulbricht**  
Adlares GmbH, Teltow  
Tel. +49(0)3328/3306-0  
E-Mail: ulbricht@adlares.com

Gaskonzentrationen im Strahlengang des Laserlichtes können bestimmt werden, indem die Laserwellenlänge auf die jeweilige spektrale Signatur und die Absorptionseigenschaften des zu messenden Gases abgestimmt wird. Potenzielle Absorptionslinien für den Nachweis von Methan liegen im infraroten Spektralbereich von  $1,6\text{ }\mu\text{m}$  bis  $4,0\text{ }\mu\text{m}$ . Um die höchstmögliche Nachweisempfindlichkeit zu erreichen, wurden für CHARM die besonders starken optischen Absorptionslinien im Bereich um  $3,2\text{ }\mu\text{m}$  gewählt. Für das Ausschalten der Störeinflüsse der Atmosphäre und verschiedener Rückstreuungseffekte nutzt das DIAL-Verfahren Lichtpulse gleicher Ausgangsintensität, jedoch zweier unterschiedlicher Wellenlängen. Die Lichtpulse der einen Wellenlänge ( $\lambda_{\text{on}}$ ) werden vom Gas absorbiert, während die der zweiten Wellenlänge ( $\lambda_{\text{off}}$ ) vom Gas nicht absorbiert werden und als Referenz dienen. Die Differenz der Intensitäten der On- und Off-Lichtpulse im rückgestreuten Licht ist ein direktes Maß für die über die Länge des Messpfades integrierte Gaskonzentration. Der integrierte Konzentrationswert wird in der Einheit  $\text{ppm}\cdot\text{m}$  angegeben (Bild 2).

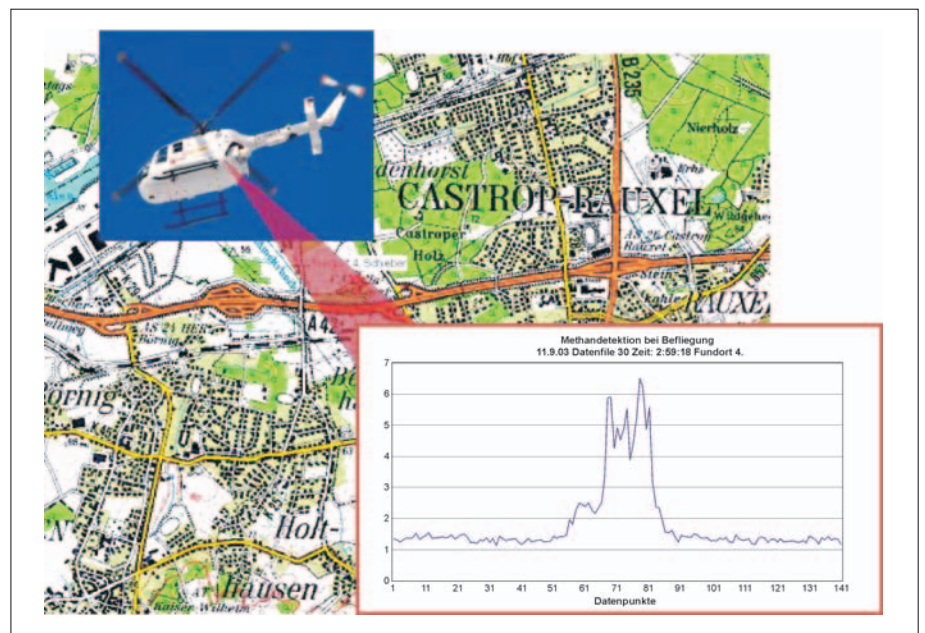
### Integration des Messsystems in einen Hubschrauber

Grundlegende Laborexperimente dienen zur Abstimmung des Messverfahrens auf die Lichtstreuung am Erdboden, den Einsatz der Lasertechnik auf der bewegten Hubschrauberplattform und den im Erdgas überwiegen Kohlenwasserstoff Methan. Anschließend wurde in praxisnahen Feldmessungen der Leistungsbereich des Fernmessverfahrens ermittelt. Es zeigte sich, dass die spezifizierten Methankleinstmengen mit einem entsprechend angepassten Lasersystem bei Messentfernungen im Bereich von 80 m bis 150 m auf verschiedenen Untergründen detektiert werden können (Bild 3). Damit steht erstmals ein Erdgasferndetektionssystem zur Verfügung, das im Rahmen der mit Hubschraubern durchgeführten Überwachung von Erdgastransportleitungen in bebauten Bereichen eingesetzt werden kann und ein hohes Potenzial hat, das derzeitige aufwändige manuelle Gasspüren abzulösen.

Das Messsystem wird zurzeit mit einem Hubschrauber des Typs BO 105 über dem Leitungsnetz der E.ON Ruhrgas im Betriebseinsatz erprobt. Beim Einbau in die Hubschrauberkabine wurde in besonderem Maße auf eine erschütterungsfreie Lagerung des Lasersystems und auf eine ausreichende Temperierung aller elektronischen Komponenten geachtet. Zusätzlich sind verschiedene Regeleinrichtungen implementiert, die dafür sorgen, dass die Einflüsse der Hubschrauberbewegungen ausgeglichen werden und der Messstrahl genau auf die Leitungstrasse ausgerichtet wird.

**Bild 2:** Blick auf die CHARM Messtechnik, die in einer  $2,3\text{ m} \times 1,1\text{ m}$  großen Box sicher gegen äußere Einflüsse abgeschirmt ist

**Fig. 2:** View of the CHARM measuring equipment, securely screened against external interference in a  $2.3\text{ m} \times 1.1\text{ m}$  housing



**Bild 3:** Beispiel für das Messsignal bei Gasdetektion. Sobald mehrere Signalspitzen die Alarmschwelle überschreiten, wird eine Meldung ausgegeben

**Fig. 3:** Example of signal generated in case of detection of gas. An alarm is generated as soon as multiple signal peaks exceed the relevant threshold

### CHARM – Die wichtigsten Fakten im Überblick

- Hubschraubergetragenes Erdgasferndetektionssystem auf Infrarot-Laser-Basis
- Kleinste Erdgasspuren im Rahmen einer Leitungsbefliegung detektierbar
- Hohe Effizienz bei der Leitungsüberprüfung in bebauten Bereichen
- Flughöhe zwischen 80 m und 150 m
- Fluggeschwindigkeit 70 km/h bis 100 km/h
- Erfasste Messkorridorbreite bis zu 18 m, typisch um 12 m
- Automatische Messstrahlpositionierung (halbautomatische Positionierung über Videobild und manuelle Steuerung sofern präzise digitale Leitungskoordinaten nicht zur Verfügung stehen)
- Eintragung der Gasdetektionsposition in ein Meldesystem





**Bild 4:** Darstellung der Ergebnisse zum Nachweis der Präzision der Laserstrahlausrichtung. Blaue Linie: Verlauf der Testleitung, gelbe Linie: Flugbahn des Hubschraubers, grüne Linie: Mittelpunkte der Scankreise. Grüne und blaue Linie liegen innerhalb von  $\pm 1,5$  m aufeinander

**Fig. 4:** View of the results achieved in verification of the accuracy of laser-beam alignment. Blue line: Course of test pipeline, yellow line: helicopter flightpath, green line: Center points of circular scan zones. The green and blue line are within  $\pm 1.5$  m of one another

## Präzise Ausrichtung der Laserlichtpulse auf die Erdgasleitungstrasse

Bei einer Flughöhe um 150 m haben die für das menschliche Auge unsichtbaren und ungefährlichen Lichtpunkte des Infrarotla-

sers am Boden einen Durchmesser von rund 1 m. Da eventuelle Erdgasspuren in der Regel nicht direkt senkrecht oberhalb einer unterirdischen Erdgasleitung auftreten, wird mit dem Messstrahl ein mehrere Meter breiter Korridor auf der Rohrleitungstrasse abgescannert. Hierzu wurde ein neuartiger Scanner entwickelt, der mit Hilfe eines rotie-

renden Spiegels die Messpunkte kreisförmig über die gesamte Messkorridorbreite verteilt. Die Messkorridorbreite ist zwischen 1 m und 18 m frei einstellbar und kann bei Bedarf während des Fluges manuell oder automatisch angepasst werden. Über eine rechnerische Kombination der Hubschrauberpositionsdaten, der Fluggeschwindigkeit und der Lagekoordinaten der Erdgasrohrleitung wird der Messstrahl automatisch in Richtung Rohrleitungsachse gesteuert. Dem Piloten wird zusätzlich auf einem Instrument die zulässige Flughöhe über der Leitung und die horizontale Abweichung zur Leitungsachse angezeigt. Er kann damit den Flug stets so ausrichten, dass der Messstrahl immer sicher den Leitungskorridor trifft.

Die Position des Hubschraubers wird mit den Satellitenpositionierungssystemen GPS und GLONASS unter Nutzung des Satelliten-Referenzdienstes ascos [5] mit einer Messunsicherheit kleiner  $\pm 50$  cm bestimmt. Ein Echtzeitrechner kombiniert diese hochgenauen Positionsdaten mit der gemessenen Raumlage des Hubschraubers und der momentanen Fluggeschwindigkeit und errechnet daraus eine Voraussage über den Verlauf des Flugweges in den nächsten ein bis zwei Sekunden. Aus dem prognostizierten Flugweg und den Rohrleitungskoordinaten, die aus dem geografischen Informationssystem der E.ON Ruhrgas mit einer Genauigkeit zwischen 1 m und 3 m zur Verfügung stehen, wird ein Steuerbefehl für die Ausrichtung des Laserstrahls berechnet. Der Befehl wird in Echtzeit an die Scaneinrichtung übergeben und steuert den Scanner an, der sehr schnell bis zu  $\pm 40^\circ$  um die Längsachse des Helikopters gedreht werden kann. Durch diese automatische dynamische Echtzeitsteuerung des Laserstrahls werden nicht nur die Bewegungen des Helikopters kompensiert, sondern auch die Abweichungen der Flugbahn vom Leitungsverlauf. Insgesamt erfolgt die Ausrichtung des Messstrahls auf die Erdgasrohrleitungstrasse mit einer Unsicherheit von weniger als  $\pm 1,5$  m.

Zum Nachweis der präzisen Ausrichtung des Lasermessstrahls wurde auf dem Flugplatz Kassel-Calden ein künstlicher Leitungsverlauf vermessen und die Laserstrahlführung mittels einer eingebauten Videokamera, die auf den Mittelpunkt des Scankreises justiert ist, überprüft. **Bild 4** zeigt das Ergebnis eines solchen Nachweisfluges. Der eingemessene „Leitungsverlauf“ ist blau dargestellt und wurde auf die Rasenkante zum Runway, bzw. Taxiway gelegt. Die gelbe Kurve zeigt die Hubschrauberflugbahn. Sie verläuft sowohl innerhalb als auch außerhalb des Leitungskreises. Dies stellt an die Strahlsteuerung im Kurvenflug unterschiedliche Anforderungen. Folgt der Hubschrauber innerhalb einer Kurve der Leitung, so unterstützt seine Neigung in der

### ascos, der Satelliten-Referenzdienst der E.ON Ruhrgas

Die E.ON Ruhrgas hat ihr rund 11.200 km umfassendes Erdgastransportnetz in einem geografischen Informationssystem abgebildet. Dabei wurde ein Großteil der in Ballungsgebieten liegenden Versorgungsleitungen neu eingemessen, um verbesserte Lagekoordinaten zu erhalten. Diese Vermessungsarbeiten wurden mit Hilfe der Positionsdaten, die die amerikanischen GPS- (Global Positioning System) und die russischen GLONASS- (Global Navigation Satellite System) Vermessungssatelliten liefern, durchgeführt. Um die Genauigkeit der Satellitenvermessung zu erhöhen, hat E.ON Ruhrgas ein eigenes Referenznetz mit festen Referenzstationen auf ihren Betriebsstellen aufgebaut. Unter dem Namen „ascos – satellite positioning services“ wird dieser Korrekturdatendienst auch zur allgemeinen Verwendung zur Verfügung gestellt. Über eine Zusammenarbeit mit dem Positionierungsdienst der Deutschen Landesvermessung SAPOS ist es ascos gelungen, deutschlandweit über Mobiltelefonverbindungen einheitliche hochpräzise Korrekturdaten für Vermessungsaufgaben in Echtzeit bereitzustellen, die eine satellitengestützte Vermessung mit bis zu 2 cm Genauigkeit ermöglichen ([www.ascos.de](http://www.ascos.de)).

Flugbewegung die Strahlführung, während im umgekehrten Fall die Neigung des Hubschraubers der Strahlführung entgegenläuft. Trotzdem kann das Messsystem, wie auf dem Bild belegt, in jeder Flugsituation dem Leitungsverlauf exakt folgen. Die mittlere Flugeschwindigkeit betrug wie bei einem typischen Überwachungsflug rund 75 km/h. Die Abweichung des Scankreismittelpunkts (grüne Linie) von der Leitung ist im Mittel deutlich kleiner als 1,5 m.

Sollten bei einem Versorgungsunternehmen derzeit noch keine präzisen digitalen Leitungskoordinaten zu Verfügung stehen, bietet CHARM dem im Hubschrauber mitfliegenden Beobachter das Scanfeld des Laserstrahls anhand eines Videobildes auf dem Bildschirm des CHARM-Laptops an. Der Beobachter kann dann mit Hilfe der Rechnersteuertasten den Laserstrahl manuell über die bekannte Leitungstrasse führen, was allerdings wegen der schnell wechselnden Szenen eine hohe Konzentration erfordert und nur für die Überprüfung begrenzter Rohrleitungsabschnitte in Betracht gezogen werden sollte.

**Bild 5:** TK25-Karte mit Leitungsdarstellung (grüne Linie) und Gasmeldungen (rote Punkte) an testweise eingerichteten Gasausströmungen

**Fig. 5:** TK25 map showing pipeline (green line) and gas alarms (red dots) at gas escape points deliberately created for test purposes



### Ablauf eines Messfluges zur Dichtheitskontrolle

Vor dem Flugbeginn planen Pilot und Beobachter den Flugverlauf. Hierzu bietet die CHARM-Software ein Planungswerkzeug, mit dem der Leitungsverlauf auf dem CHARM-

Laptop mit hinterlegten TK25-Karten grafisch dargestellt wird und die zu befliegenden Leitungsabschnitte Stück für Stück per Mausclick ausgewählt werden können. Bei diesen Leitungsabschnitten handelt es sich um Teilstücke, die durch einen Abzweig oder ein Leitungsende begrenzt werden. Inner-

Exclusively dedicated to the pipeline industry:

## International Pipeline Forum Moscow

The right place to meet Transneft and Gazprom and other key players of the Russian pipeline industry!

Get more information at:

**[www.expopipeline.info](http://www.expopipeline.info)**  
**[pipeline@msi-fairs.com](mailto:pipeline@msi-fairs.com)**

*International Pipeline Forum is initiated and organised by Transneft, in cooperation with MSI/Euroexpo and RPI; it is supported by IPLOCA, PPSA, PIG, and selected media partners.*

IMPORTANT!

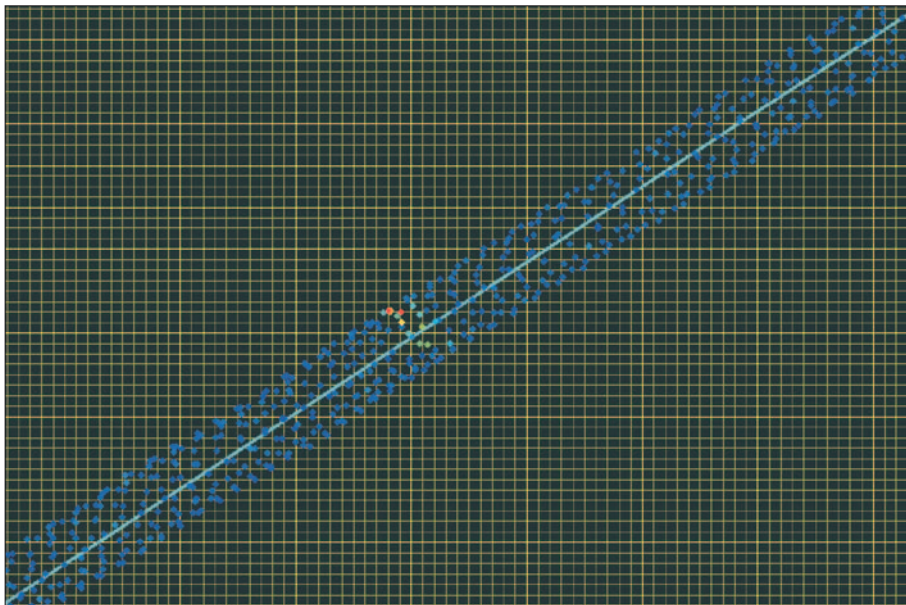
**5<sup>TH</sup> INTERNATIONAL PIPELINE FORUM**

PIPELINE  
TRANSPORT

**25 – 27 April  
Moscow**

2006





**Bild 6:** Die Ausbreitung der Gaswolke ist in der Nachauswertung sichtbar gemacht. Die Messpunkte (dunkelblau) sind gleichmäßig um die Leitung (hellblaue Linie) verteilt. Die gelben, grünen und roten Messpunkte zeigen die unterschiedlichen, über den Messpfad integrierten Gaskonzentrationen an

**Fig. 6:** The spread of the cloud of gas is visually displayed on the post-flight evaluation. The measuring points (dark blue) are uniformly distributed around the pipeline (light-blue line). The yellow, green and red measuring points indicate the differing gas concentrations integrated along the measuring path

halb weniger Minuten ist mit dem Planungsprogramm die Leitungsplanung für einen Flugtag fertiggestellt. Mit dem Abschluss des Planungsprogramms werden die selektierten Leitungen an den CHARM-Navigationsrechner übertragen, der während des Fluges die automatische Strahlführung übernimmt. Sollten später Anpassungen des Flugverlaufs zum Beispiel aufgrund einer Wetteränderung erforderlich werden, so kann die Planung auch während des Fluges geändert werden.

Der Pilot verfügt über einen separaten Monitor in der Hubschrauberinstrumententafel, auf dem die Karte, der Leitungsverlauf und die aktuelle Hubschrauberposition in variablen Maßstäben dargestellt werden. Bei Bedarf kann der Pilot außerdem von der TK25-Karte auf die ICAO-Flugkarte wechseln, um die Flugposition in Relation zu den darin gekennzeichneten Kontroll- und Luftraumbeschränkungszonen zu kontrollieren.

Dem mitfliegenden Beobachter werden auf dem Bildschirm des CHARM-Laptops während des Fluges ebenfalls der Leitungsverlauf sowie die aktuelle Position des Hubschraubers dargestellt. Nach erfolgreicher Überprüfung einzelner Leitungssegmente werden diese automatisch farbig markiert. Der Beobachter erhält so unmittelbar die Information, ob ein derartiges Segment schon beflogen wurde und ob der Leitungskorridor hinreichend gut vom Laserstrahl abgetastet

wurde. Darüber hinaus erscheint bei einer Gasmeldung sofort an der entsprechenden Stelle in der Karte ein roter Meldepunkt (**Bild 5**).

Neben diesem Hauptbestandteil der Bedienoberfläche des CHARM-Systems wird in einem zusätzlichen kleinen Bildschirmfenster auf dem CHARM-Laptop der Systemstatus angezeigt. CHARM ist vollständig automatisiert, so dass nur unmittelbar nach dem Einschalten wenige Aktionen erforderlich sind, um das Messsystem in den automatischen Arbeitsmodus zu bringen.

Alle während des Fluges gewonnenen Meldungen werden zunächst im CHARM-System lokal gespeichert. Zusätzlich ist CHARM mit einer Kamera ausgerüstet, die jede Sekunde ein Foto des kontrollierten Leitungsbereichs aufnimmt und mit Datum, Uhrzeit und der jeweiligen Ausrichtung des Scanners abspeichert. Im Fall einer Gasmeldung wird diese zusammen mit dem zugehörigen Foto in einem besonderen Berichtsspeicher abgelegt. CHARM verfügt über eine UMTS-Schnittstelle, so dass die Meldeberichte spätestens nach Abschluss des Kontrollfluges noch am selben Tag an den Leitungsbetrieb des Gasversorgungsunternehmens übermittelt werden können, auch wenn keine Datenverbindung über einen Festnetzanschluss zur Verfügung stehen sollte. Zusätzlich werden die Berichtsdaten und alle anderen Flugdaten

nach Rückkehr an den Ausgangsort in einen zentralen Datenspeicher übertragen und für eventuelle spätere Auswertungen (**Bild 6**) und zum Beleg des Flugverlaufs archiviert.

## Ausblick

Mit CHARM, dem hubschraubergetragenen Erdgasferndetektionssystem der E.ON Ruhrgas, steht erstmals ein Fernmesssystem zur Verfügung, das im Rahmen der mit Hubschraubern durchgeführten Überwachung von Erdgastransportleitungen in bebauten Bereichen eingesetzt werden kann und ein hohes Potenzial besitzt, das derzeitige aufwändige Gasspüren durch Leitungsbegehung abzulösen. Kombiniert mit geografischen Informationssystemen, in deren digitalen Kartenwerken genaue Angaben zu den Leitungsverläufen integriert sind, und moderner präziser Satelliten-Vermessungstechnik ergibt sich die Möglichkeit einer automatischen eindeutigen geografischen Zuordnung der Meldepunkte. Die betrieblichen Einsatzfahrzeuge können dann mit Hilfe satellitengestützter Navigationssysteme zu den aus der Luft erkannten Meldepunkten geführt werden. Damit sind neue, hochflexible und effiziente Formen in der Betreuung von Erdgasrohrleitungsnetzen gegeben, die eine rasche zielorientierte Reaktion auf Meldungen aus der Rohrnetzüberwachung ermöglichen. Ein DVGW-Projektkreis begleitet derzeit die betriebliche Erprobung von CHARM und erarbeitet die Grundsätze zur Aufnahme des Gasferndetektionsverfahrens ins Regelwerk.

## Literatur

- [1] Zirnig, W.; Hausamann, D.; Schreier, G.: Überwachung von Erdgastransportleitungen – Ein Konzept auf Basis neuer hochauflösender Fernerkundungstechnologien. gwa 82 (2002) Nr. 5, S. 337-344
- [2] Zirnig, W.; Ulbricht, M.; Fix, A.; Klingenberg, H.: Laser und Hubschrauber – moderne Werkzeuge für die Rohrleitungsüberwachung. GWF-Gas/Erdgas 144 (2003) Nr. 10, S. 604-606
- [3] Ulbricht, M. (Hrsg.): Grundlagen und Praxis der Gasrohrnetzüberprüfung. 2. Aufl. 2003 Vulkan-Verlag Essen
- [4] Weidauer, D.; Rairoux, P.; Ulbricht, M.; Wolf, J.P.; Wöste, L.: Ozone, VOC, NO<sub>2</sub> and Aerosol Monitoring in Urban and Industrial Areas Using a Mobile DIAL System. In: Ansman, A., et al.: (Eds.): Advances in Atmospheric Remote Sensing with Lidar, 18th ILRC Berlin, Germany 1996, pp. 423-426, Springer, 1996
- [5] Loeff, P.: Die Vorteile des Ruhrgas Satelliten-Referenzdienstes kann jetzt jedes Unternehmen nutzen. In: VDV-Schriftenreihe Band 19 GPS-Referenzstationsdienste, Verlag Chmielorz, Wiesbaden, 2001