

Early Detection of Smouldering Fire Using the GESO-FireFinder M-System – Description and Experiences

The arising of smouldering fire of slack coal in close proximity of conveyer belt systems still cannot be prevented despite of all safety engineering. That is why it is necessary to find the source of fire at an elementary stage and detect it locally. The GESO Firefinder M is based on the technology of fibre optical distributed temperature sensing and guarantees a complete and continuing

detection of any temperature anomalies along the whole conveyer belt system. Intelligent analysing software differs between normal running variation in temperature and possible fire occurrence. In case of a fire it generates an alarm even with the exact location to a permanent occupied place (mining control stand). This publication describes the system and shows some experiences.

Glimmbrandfrüherkennung mit dem GESO-FireFinder M – Systemvorstellung und Einsatzerfahrungen

Die Entstehung von Kohleklein-Glimmbränden in der unmittelbaren Umgebung von Bandförderanlagen lässt sich trotz aller Sicherheitstechnik nach wie vor nicht gänzlich verhindern. Daher kommt es darauf an, Brandherde in einem möglichst frühen Stadium festzustellen und ortsgenau zu detektieren. Der GESO-FireFinder M basiert auf der Technologie der faseroptischen ortsverteilten Temperatursensorik und gewährleistet die lückenlose und ununterbrochene Erfassung kleinster Temperaturanomalien ent-

lang der gesamten Bandförderanlage. Eine intelligente Auswertesoftware unterscheidet zwischen normalen, betriebsbedingten Temperaturveränderungen und eventuellen Brandereignissen und generiert bei einem festgestellten Brand eine Alarmmeldung mit genauer Ortsangabe, die einer ständig besetzten Stelle (Grubenwarte) übermittelt wird. Es werden neben der Gerätevorstellung Erfahrungen aus dem praktischen Einsatz gezeigt.

1 Introduction

Nearly all open fires in mines are caused by external supplied ignition. The most frequent sources of a fire are disturbances in active conveyer belt systems. A few examples include stuck, defective wheels, graters, grinding of the belt and slip of the belt or belt misalignment.

In spite of all the safety technology currently used in conveyer belt systems, it is still not possible to prevent the ignition of all coal smouldering fire in close proximity to conveyer belt systems. Therefore it is of primary importance that smouldering fires are detected and fought at an early stage before developing to an open mining fire.

2 State of the art

For the early detection of fire, not only an inter-regional CO-monitoring in the whole mining buildings is applied, but additional CO-measuring devices along the conveyer belt systems. The additional CO-warning devices for short range room control act as

1 Einführung

Fast alle offenen Grubenbrände entstehen durch Fremdzündung. Häufigste Ursachen dafür sind Störungen im Betrieb von Bandförderanlagen, wie festsitzende oder beschädigte Rollen, Reiben, Schleifen des Gurts an Ausbau, Konstruktion oder Gebirge, Gurtschlupf oder Schiefelauf des Gurts.

Die Entstehung von Kohleklein-Glimmbränden in der unmittelbaren Umgebung von Bandförderanlagen lässt sich trotz aller Sicherheitstechnik und ausgefeiltem Sicherheitsregime nach wie vor nicht gänzlich verhindern. Deshalb ist es von größter Wichtigkeit, dass Glimmbrände im Entstehungsstadium erkannt und bekämpft werden, bevor sie sich zum offenen Grubenbrand entwickeln können.

2 Stand der Technik

Zur Brandfrüherkennung werden neben der großräumigen CO-Überwachung im gesamten Grubengebäude zusätzliche CO-Messeinrichtungen entlang der Gurtbandförderanlagen

early fire detection, especially in drive- and sweep areas as well as transfer stations.

This means that a smouldering fire only slightly increases the CO-value in the air so that it cannot be detected as a fire by conventional CO-Measurement. Only at bigger fires a warning is made by the CO-measurement. Therefore a safe early detection of smouldering fire at bigger volumes of airstream is not always for sure. The smouldering fire at the belt changes into combust due to the speed of the airflow of more than 3 m/s. Just the use of a stationary measuring unit is not a satisfactory solution of the problem. As there is barely smoke visible at a smouldering fire of slack coal, which is also heavily diluted in a high volume of airstream and the self extinguishing properties of the conveyer belt system, is no longer fulfilled.

Thermal radiation from a smouldering fire spreads out independent of the ambient medium and therefore independent of the speed of the air. For this reason a monitoring system is required which is able to detect the thermal radiation of a smouldering fire in close proximity to conveyer belt systems. As conveyer belt systems are enormous constructions a linear heat detector is required which can permanently monitor a system allows for a hot spot to be detected at an early stage.

3 Selection of the measuring system

In the period between 1st January 2002 and 31st December 2003 various commercially available linear heat detectors have been tested for their applicability to detect smouldering fire in underground coal mines, by the Centre of Fire Control and Safety of the DMT GmbH & Co. KG in Dortmund/Germany (1). Result of this survey verified that a distributed fibre optical temperature sensing system (DTS) is theoretically applicable for that.

As it has not been developed for underground use, it could not meet the requirements for explosion prevention. Because of their evident principle advantages the fibre optical temperature sensing system had been progressed.

3.1 Fibre optical temperature sensing system

The measuring principles are based on the OTDR (Optical Time Domain Reflectometry) method. Light pulses are coupled into the fibre of the sensing cable. The backscattered light contains information about the temperature of the optical waveguide. The measuring device calculates from the backscattered spectrum and the time of travel the continuous temperature profile over the whole length of the sensing cable. The sensor cable is a fibre glass cable, similar to cable being used in the telecommunication industry. The fibres itself are the sensitive elements. The actual sensors, the fibres in the sensor cable are immune to electromagnetic influences and therefore applied in special hazardous areas (explosion-risk areas).

Due to the design of the sensor cable, corrosion is prevented. The temperature sensing cable is laid along the distance to be monitored. Basically the direction of the cable depends on the local conditions and expected temperature effects.

3.2. Automatic triggering

Variation in temperature which arise, e.g. from fire, differ from other temperature changes because of the very local area and the

eingesetzt. Die zusätzlichen CO-Melder zur objekt-nahen Raumüberwachung dienen der Brandfrüherkennung insbesondere in Antriebs- und Kehrbereichen sowie an Übergaben. Eine sichere Glimmbrandfrüherkennung ist allerdings bei größeren Wettervolumenströmen nicht immer gegeben.

Der Einsatz nur von ortsfesten Messeinrichtungen stellt keine befriedigende Lösung der Problematik dar, da bei Kohleklein-Glimmbränden kaum sichtbarer Rauch entsteht, der in hohen Wettervolumenströmen stark verdünnt wird und die selbstverlöschenden Eigenschaften des Gurtförderers nicht mehr sicher gegeben sind.

Lediglich die im Fall eines Glimmbrands entstehende Wärmestrahlung breitet sich unabhängig von der Wettergeschwindigkeit aus. Aus diesem Grund wird ein Überwachungssystem benötigt, das es gestattet, die Wärmestrahlung eines im Entstehungsstadium befindlichen Glimmbrands in unmittelbarer Nähe der Bandförderanlage unabhängig von der Wettergeschwindigkeit sicher zu detektieren. Da es sich bei den Gurtbandförderanlagen um räumlich sehr ausgedehnte Anlagen – bis zu Längen von mehreren Kilometern – handelt, wird ein linienförmiger Wärmemelder benötigt, der kontinuierlich einen Abschnitt von mehreren Kilometern Länge der Gurtbandförderanlage mit einer Ortsauflösung im Meterbereich überwachen und einen Kohleklein-Glimmbrandherd bereits im Entstehungsstadium sicher detektieren kann.

3 Auswahl des Messsystems

Für einen möglichen Einsatz zur Früherkennung von Kohleklein-Glimmbränden wurden im Zeitraum vom 1. Januar 2002 bis 31. Dezember 2003 verschiedene kommerziell verfügbare linienförmige Temperaturmelder vom Zentrum für Brand- und Explosionsschutz der DMT GmbH & Co. KG in Dortmund auf ihre Eignung für einen untertägigen Einsatz im Steinkohlenbergbau getestet (1). Im Ergebnis dieser Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass das System, das auf einem ortsverteilt messenden faseroptischen Temperatursensorsystem (Distributed Temperature Sensing – DTS) basiert, für den geplanten Einsatz prinzipiell geeignet ist.

Das getestete Messsystem war jedoch nicht für den Untertageinsatz entwickelt worden und entsprach deshalb noch nicht den explosionsschutztechnischen Anforderungen. Wegen der offensichtlichen prinzipiellen Vorteile wurde die Gerätelösung auf der Basis der faseroptischen Temperatursensorik jedoch weiterverfolgt.

3.1 Die faseroptische Temperatursensorik

Das faseroptische Temperaturmessgerät (DTS) ermittelt aus den durch kurze Laserimpulse in der Glasfaser des Temperatursensorikabels erzeugten RAMAN-Rückstreuenspektren und ihrer Laufzeit ein ununterbrochenes Temperaturprofil über die gesamte Länge dieses Kabels. Das Temperatursensorikabel ist ein Glasfaserkabel, wie es grundsätzlich auch in der Telekommunikation verwendet wird. Die Glasfasern selbst sind die temperatursensitiven Elemente. Das Kabel ist elektrisch völlig passiv und kann grundsätzlich auch in Gebieten mit hohem Sicherheitsrisiko (Explosionsgefährdung) eingesetzt werden. Korrosionseffekte treten auf Grund der Konstruktion der Sensorikabel nicht auf.

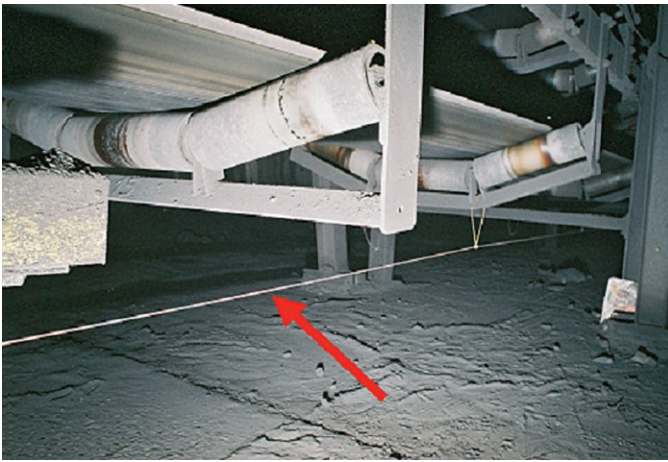


Fig. 1. Installation of the sensing cable at the conveyer belt.
Bild 1. Sensorkabel-Befestigung an der Bandkonstruktion.

continuous timing. These effects are filled out with the triggering. An alarm is set when the customized temperature gradient or a preset threshold value is exceeded. The algorithm works automatically; the results can be integrated in the superior process control system. The data transfer is made by standard systems alternatively by the temperature sensing fibre cable. For this purpose an extra fibre can be integrated into the cable.

4 Development of the system for coal mining

Ever since the availability of the first commercially utilisable fibre optical temperature sensing devices in the early 1990's it was in practical use in a wide range. Since 1993 GESO offers customized applications of this technology to different industrial sectors and can refer to a variety of references. In doing so, it showed that detailed knowledge and strict observation of the specific application from the user is most important for successful application of the installed system.

As the tested devices in the year 2003 from the DMT Centre of Fire Control and Safety had not been developed for usage in coal mines, series of tests had to be done, to prepare the devices for the special requirements in underground coal mining.

4.1 Test installation in the mine Prosper-Haniel

For an expertise a fibre optical temperature sensing system for early detection of smouldering fire at conveyer belt systems had been installed at the Prosper-Haniel mine in Bottrop in February 2005. A fibre optical sensing cable about 3,500 m had been mounted at the lower run in direction of the conveyer belt (Figure 1). At that time the opto electronic analysing system including the control PC had to be installed at the control centre as it was only permitted outside the ex-safety area. As a result of these tests it had been established that the tested fibre optical temperature sensing system is applicable in principle.

4.2 Aptitude test

To define the main detection parameters, especially the maximum distance between the smouldering fire and the sensing cable, the possible temperature difference at the cable, and the temperature gradient a screening test at the DMT Centre of Fire Control and Safety was carried out.

Das Temperatursensorkabel wird entlang der zu überwachenden Messstrecke verlegt, in diesem Falle entlang der Bandförderanlage. Die Position des Kabels richtet sich dabei im Wesentlichen nach den örtlichen Gegebenheiten und den zu erwartenden Temperatureffekten.

3.2 Die automatische Ereignis-Triggerung

Temperaturänderungen, die z.B. von Brandereignissen herrühren, lassen sich generell durch ihre örtliche Begrenztheit und ihre kontinuierliche zeitliche Entwicklung von sonstigen Temperaturvariationen unterscheiden. Über eine Ereignis-Triggerung werden diese Effekte herausgefiltert. Eine Alarmierung wird dann ausgelöst, wenn ein benutzerdefinierter Temperaturgradient und/oder ein vorgegebener Schwellenwert überschritten werden. Der Algorithmus arbeitet automatisch. Die Ergebnisse können in übergeordnete Prozessleitsysteme eingebunden werden. Die Datenübertragung erfolgt über Standardsysteme bzw. über das Glasfasernetz des Anwenders.

4 Die Systementwicklung für den Steinkohlenbergbau

Seit der Verfügbarkeit der ersten kommerziell nutzbaren faseroptischen Temperaturmessgeräte in den frühen 1990er Jahren wurde die Palette praktischer Anwendungen ständig erweitert. Die Gesellschaft für Sensorik, geotechnischen Umweltschutz und mathematische Modellierung mbH (GESO), Jena, bietet seit dem Jahr 1993 kundenspezifische Applikationen dieser Technik für die verschiedensten Bereiche der Wirtschaft an und kann inzwischen auf eine Vielzahl von Referenzen verweisen. Dabei hat es sich immer wieder gezeigt, dass die genaue Kenntnis und strikte Beachtung der spezifischen Anforderungen der jeweiligen Anwender für die erfolgreiche Nutzung der installierten Systeme von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Da die beim DMT-Zentrum für Brand- und Explosionsschutz im Jahr 2003 getesteten Geräte nicht für den Einsatz im Steinkohlenbergbau entwickelt worden waren, mussten zunächst zusätzliche umfangreiche Tests und Erprobungen durchgeführt werden, um die spezifischen Erfordernisse ihres Einsatzes im Steinkohlenbergbau unter Tage vorzubereiten.

4.1 Testinstallation am Förderberg des Bergwerks Prosper-Haniel

Im Ergebnis einer Testinstallation am Förderberg des Bergwerks Prosper-Haniel in Bottrop wurde im Februar 2005 die prinzipielle Eignung eines faseroptischen Temperatursensorsystems für die Früherkennung von Kohleklein-Glimmbränden an Gurtförderern festgestellt. Ein etwa 3,500 m langes faseroptisches Sensorkabel wurde am Untertrum des Gurtförderers in Förderrichtung links montiert (Bild 1). Das faseroptische Messgerät einschließlich des Steuer-PC wurde in der Schaltwarte installiert, da dessen Einsatz zum damaligen Zeitpunkt nur außerhalb der Ex-Schutz-Zone zulässig war.

4.2 Eignungstest

Zur Ermittlung der Detektionsparameter, insbesondere der maximalen Reichweite der Glimmbranderkennung, der durch die Glimmbrandentwicklung bewirkten Temperaturgradienten und der erreichbaren Schwellenwerte am Sensorkabel, wurden

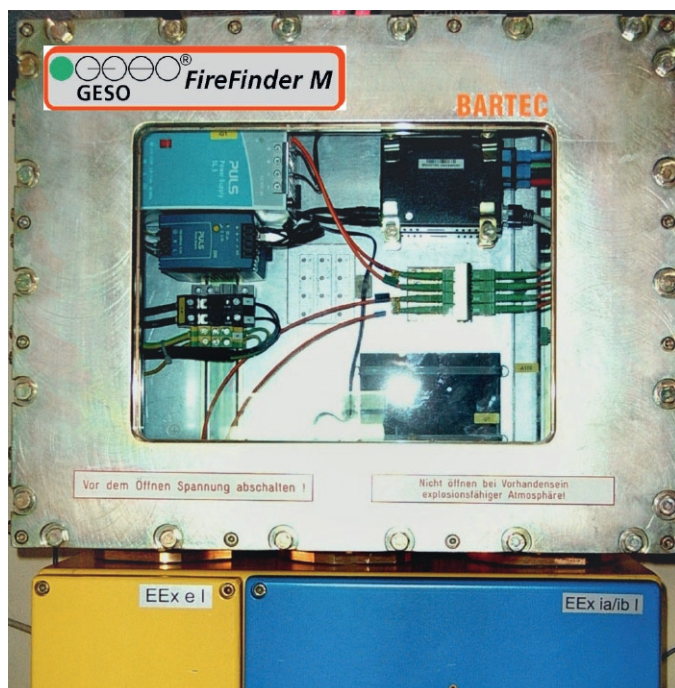


Fig. 2. GESO-measuring station in pressure resistant housing.
Bild 2. GESO-Messstation im druckfesten Gehäuse.

Under these test conditions the presented measurement system proofed the detection of a coal dust smouldering fire with an area of 0.5 x 0.5m (0.25 m²) and a distance of 1.8 m (distance between surface of smouldering fire and sensing cable) at a weather speed of up to 4.5 m/s.

In the report of the measurements at DMT was finally established (2): "Due to the results it is assumed that the presented fibre optical linear heat detector, in view of its measurement parameters for early detection of fire, is applicable at conveyer belts in coal mines. It must be assumed that if the fibre cable is fixed right below the supporting structure of the conveyer belt system, the source of smouldering fire at all regular weather speeds is detected for sure".

5 System configuration GESO Firefinder M

The ATEX product instructions 94/9 EU defines the rules for products placed in the market which are installed in explosion-hazardous areas. The purpose is to protect persons who work in such areas. After 30th June 2003 it is no longer allowed to place products on the market without keeping the ATEX-product instructions.

The selection of the components for an underground installed GESO measuring system was therefore under the aspect to strictly comply with the ATEX-product instructions for mining. For all underground installed systems, components had been chosen, with "pressure-resistant enclosure" as a precaution in case of explosion.

5.1 GESO measuring station in pressure resistant enclosure

To keep the requirements of explosion prevention the DTS device as well as the assemblies of the data communication and the power supply had been placed in a pressure resistant enclosure. Type dSDo5M with two attached junction boxes below of the ig-

Brandversuche im kleinen Brandstollen der DMT-Fachstelle für Brandschutz durchgeführt.

Unter den dort gegebenen Versuchsbedingungen gewährleistet das vorgestellte Messsystem die Erkennung eines Kohlestaub-Glimmbrands mit einer Fläche von 0,5 x 0,5 m (0,25 m²) aus einer Entfernung bis zu 1,8 m (Entfernung zwischen der Oberfläche des Glimmbrands und dem Sensorkabel) bei Wettergeschwindigkeiten bis zu 4,5 m/s.

Im Bericht über die bei der DMT-Fachstelle für Brandschutz durchgeführten Messungen wird abschließend festgestellt (2): „Aufgrund der Versuchsergebnisse ist davon auszugehen, dass der vorgestellte „Faseroptische Lineare Wärmemelder“ hinsichtlich seiner Messparameter für den Einsatz zur Brandfrüherkennung an Bandstraßen im Steinkohlenbergbau geeignet ist. Es ist davon auszugehen, dass bei der Montage des Sensorkabels direkt unter der Tragkonstruktion der Bandstraße Glimmbrandherde im Liegenden bei allen üblichen Wettergeschwindigkeiten sicher nachweisbar sind.“

5 Systemkonfiguration „GESO – FireFinder M“

Die ATEX-Produktrichtlinie 94/9/EG legt die Regeln für das Inverkehrbringen von Produkten fest, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden. Zweck der Richtlinie ist der Schutz von Personen, die in derartigen Bereichen arbeiten. Nach dem 30. Juni 2003 dürfen nur noch solche Geräte, Komponenten und Schutzsysteme in Verkehr gebracht werden, die dieser ATEX-Produktrichtlinie entsprechen.

Die Auswahl der Komponenten für die unter Tage zu installierende GESO-Messstation wurde daher unter dem Aspekt der unbedingten Einhaltung der Forderungen der ATEX-Produktrichtlinie für den Bergbau vorgenommen. Für alle unter Tage zu installierenden Systemkomponenten wurde die Explosionsschutzmaßnahme „druckfeste Kapselung“ gewählt.

5.1 Die GESO-Messstation im druckfesten Gehäuse

Zur Einhaltung der Forderungen des Explosionsschutzes sind das faseroptische Messgerät sowie die Baugruppen für die Datenkommunikation und die Stromversorgung in ein druckfestes Gehäuse des Typs dSD 05 M mit zwei untergebauten Anschlusskästen in der Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“ und IP 54 der BARTEC Sicherheits-Schaltanlagen GmbH, Menden, untergebracht (Bild 2).

5.2 Das Sensorkabelsystem

Das Sensorkabelsystem besteht aus vorkonfektionierten Kabeln, die eine einfache Verbindung der einzelnen Kabelabschnitte mittels Spezial-Steckverbinder gewährleisten.

Es werden verschiedene Kabellängen zur Auslieferung gebracht. An beiden Enden der Kabelsets befinden sich spezielle Steckverbinder, die für besonders schwierige Umgebungsbedingungen konzipiert sind, ein Stecken auch mit Arbeitshandschuhen gestatten und hervorragende messtechnische Eigenschaften aufweisen (Bild 3).

tection protection type “increased security” and IP54 of the BAR-TEC security switchgear GmbH, Menden/Germany (Figure 2).

5.2 The sensing cable system

The sensing cable system consists of pre ready-made fibre cables which ensure easy connection between the cables with a special plug-in connector. Cables with different lengths are in the delivery contents. At both ends of the cable sets are so called Heavy Duty plug-in connectors, designed for harsh environmental conditions, and to use also by work gloves (Figure 3).

5.3 The control PC and System software

The control PC is installed in the mine control room. It does

- control the test sequence;
- the metrological configuration of the sensors;
- the surveillance of the function of the DTS;
- organizing and analyzing measurement data and
- forwarding of the results.

These functions will be realized by the firmware of the DTS manufacturer and the GESO application software.

5.4 ATEX-Approval

Through the certification authority DEKRA EXAM GmbH, Bochum/Germany, an EU type certificate has been given for the GESO measurement station. It certifies that the unit meets the basic security- and health requirements for the conception and construction of the device and protective systems as intended use in explosive area as supplement II of the ATEX directives. The identification of the measurement station obtains the following information:

EC-type examination certificate: BVS o8 ATEX F 001 X

6 Practical Experiences

6.1 Fire test at the running system

Goal of the fire test was to furnish proof that the GESO FireFinder M is able to meet all requirements under conditions close to reality to detect smouldering fires in close proximity under conveyor belts systems.

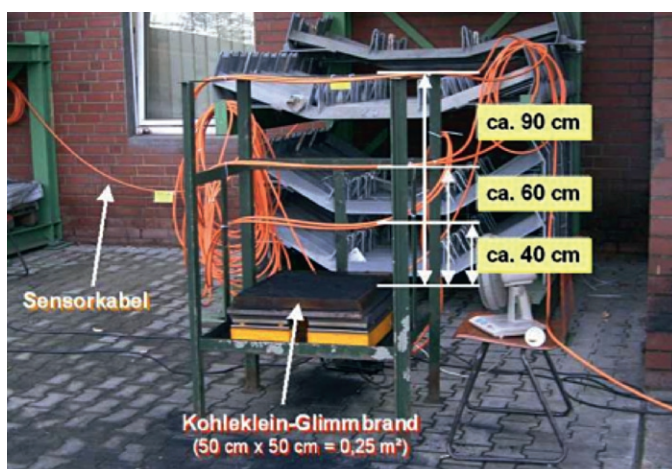


Fig. 4. Experimental setup including the installed sensing cable.
Bild 4. Versuchsanordnung einschließlich der daran befestigten Sensorkabel.



Fig. 3. Heavy Duty 600-connector system.
Bild 3. Heavy Duty 600-Stecksystem.
Photo/Foto: Rosenberger OSI GmbH & Co. KG

5.3 Control-PC und Systemsoftware

Der Control-PC wird in der Grubenwarte installiert.

Durch ihn erfolgt

- die Steuerung des Messablaufs,
- die messtechnische Konfiguration der Sensoren,
- die Überwachung der Funktion des Messgeräts,
- die Messdatenspeicherung und -bewertung sowie
- die Weiterleitung der Ergebnisse.

Diese Funktionen werden mittels Firmware des DTS-Herstellers und der GESO-Systemsoftware realisiert.

5.4 Die ATEX-Zulassung

Durch die Zertifizierungsstelle DEKRA EXAM GmbH, Bochum, wurde für die GESO-Messstation eine EG-Baumusterprüfbescheinigung erteilt, die bestätigt, dass das Gerät die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für die Konzeption und den Bau von Geräten und Schutzsystemen zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß Anhang II der ATEX-Richtlinie erfüllt. Die Kennzeichnung der GESO-Messstation enthält danach folgende Angaben:

EG-Baumusterprüfbescheinigung: BVS o8 ATEX F 001 X

6 Erfahrungen aus dem praktischen Einsatz

6.1 Glimmbrandversuch am laufenden System

Ziel des Versuchs im November 2009 war es, den Nachweis zu erbringen, dass der von GESO angebotene GESO FireFinder M unter realitätsnahen Bedingungen in der Lage ist, Glimmbrände von Kohleklein unter Förderanlagen sicher zu detektieren, eine automatische Alarmmeldung zu generieren und zur Anzeige zu bringen.

Zur Gewährleistung realitätsnaher Bedingungen wurden die Versuche auf dem Gelände des Bergwerks Prosper-Haniel, Schacht Prosper II, im Außenbereich der Maschinenhalle der Antriebsmaschine durchgeführt. Zur Glimmbranddetektion wurde ein Sensorkabel, das von der GESO-Messstation am Bandantrieb H2 entlang des Förderbergs H1 verlegt worden war, bis in den Außenbereich verlängert und dort in drei Schleifen in verschiedenen Abständen zum Test-Glimmbrand montiert.

Für die Erzeugung des (Norm-)Glimmbrands wurde die bereits für die Brandversuche von 2006 im DMT-Zentrum für Brand- und Explosionsschutz genutzte Anordnung verwendet. Die gesamte Versuchseinrichtung zeigt Bild 4. Der Versuch wurde gegen 07:45 Uhr gestartet, indem die beiden Heizplatten der Versuchseinrichtung eingeschaltet wurden.

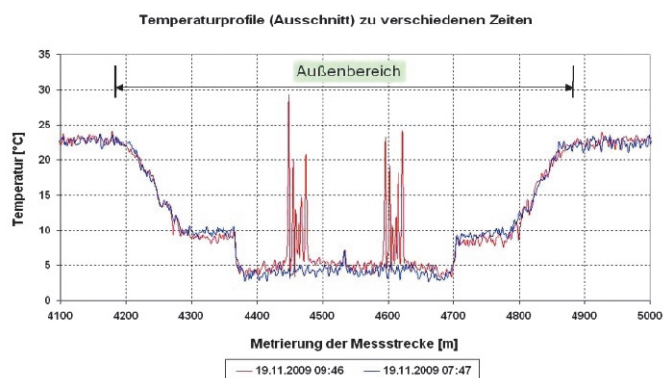


Fig. 5. Temperature profile of the cable section at different time.
Bild 5. Temperaturprofile des betreffenden Ortsbereiches zu verschiedenen Zeiten.

To ensure conditions close to reality the tests were carried out at the facility of the Prosper-Haniel mine near the surface engine house. The GESO measuring device was installed underground near a conveyor belt system. The sensing cable was extended outside to an explosion-free area. The test fire was realized with the same equipment as in the DMT Centre of Fire Control and Safety (Figure 4).

The test fire was ignited at 7:45 a.m. Figure 5 shows the temperature increasing during the test. The first alarm message was received at 9:47 a.m. More alarm messages followed promptly for other cable positions.

The system GESO FireFinder M passes this test under conditions close to reality, and has demonstrated its capability to detect smouldering fires.

In Bild 5 sind deutlich die Temperaturerhöhungen im Bereich der Versuchsanordnung des Glimmbrands zu erkennen. Die ersten Alarmmeldungen wurden um 09:47:12 Uhr vom Messsystem generiert. Weitere Alarmmeldungen für andere Kabelabschnitte auf der Versuchsanordnung folgten zeitnah.

Das Gesamtsystem GESO-FireFinder M hat diesen Test unter realitätsnahen Bedingungen bestanden und sein Leistungsvermögen zur Detektion von Glimmbränden bewiesen.

Die aus den Charakteristiken unterschiedlicher Brandszenarien – u.a. sich langsam entwickelnder Glimmbrand oder sich schnell entwickelnde Brände – abgeleiteten und in die Auswertesoftware implementierten Alarmkriterien wurden als realitätsnah eingeschätzt und vom laufenden System eingehalten.

Eine wesentliche Forderung, die gleichzeitige Erkennung und Signalisierung mehrerer Alarme, wurde realisiert und nachgewiesen. Eindeutig waren zwölf verschiedene Orte mit erhöhter Temperatur entlang des Sensorkabelabschnitts zu erkennen, die durch die Verlegung über dem Glimmbrand als zweifache Schleife verursacht wurden (vier Überquerungen in drei verschiedenen Höhen).

6.2 GESO FireFinder M detektiert defektes Lager einer Transportrolle

Seit Anfang Dezember 2012 sind GESO FireFinder M-Systeme an untertägigen Bandanlagen auf verschiedenen Schächten des Unternehmens Vorkutaugol jenseits des Polarkreises in Russland im Einsatz.

Anfang April 2013 generierte ein installiertes System in unregelmäßigen Abständen Alarmmeldungen vom exakt gleichen Punkt an der Bandanlage, die zunächst nicht verifiziert werden konnten,

Because different accurencies of fire, e.g. slowly increasing fire or fast growing fire, have different criterias for there detection, different parameters are implemented in the calculation software. The test shows that the system meets all these cases.

The spatial discrimination of multibel synchronous events at different locations is one of the main requirements for such system. This ability was verified. Totally twelve different events at the same cable but at different locations were located.

6.2 GESO FireFinder M detects a defect support roller holder

Since early December 2012 systems GESO FireFinder M are installed in different underground coal mine facilities of Vorkutaugol beyond the Arctic Circle in Russia.

In April 2013 one system displays alarm messages sporadically. Checking the indicated location at the conveyor belt facility no fire was founded. The data analysis showed that the temperature at the alarm location grew simultaneously with the work of the belt. But the position of the thermal anomaly was in a distance of about 950 m from the engine position. Therefore a direct influence of thermal engine behaviour was impossible. A visit at the alarm location during the working phase of the belt systems showed a very warm roller. The thermal radiation of this roller was the reason for the growing temperature, and following the alarm message. It was possible to explain the sporadic thermal behaviour of the hot roller with the fact that the ongoing belt results in heating the roller, whereas the roller cooled down during the production breaks of the conveyer belt. So the defect roller could be replaced before any accident occured.

Figure 6 shows the correlation between the engine temperature and the temperature at the alert position. The engine temperature presents the working regime. It could be shown in detail that the thermal radiation of the defekt roller bearing heats the sensing cable locally.

7 Summary

The different aptitude tests carried out as well as in preparation of the application and during the operation phase and the practical experiences under harsh conditions have shown the capability of the GESO FireFinder M. The system is able to detect and localize precisely as well as smouldering fires at the bottom floor and also hot rollers in an early stage. So the GESO FireFinder M makes a contribution to the increase of plant safety and to the safety and health in the workplace of the miners.

References / Quellenverzeichnis

- (1) Schillegger, H.; Holke, K.; Dortmann, H.-D.: Verbesserung des Brandschutzes an Gurtförderern durch den Einsatz neuartiger präventiver Branddetektionssysteme. Schlussbericht zum Untersuchungsvorhaben Nr. 85.65.11-2001-27b, Dortmund (2004).
- (2) Pfeiffer, Th.; Vogel, B.; Petersmann, H.; Scholl, F.; Cerny, U.: Bericht über Messungen am 25.04.2006 bei der Deutschen Montan Technologie GmbH, Fachstelle für Brandschutz, Tremoniastraße 13, 44137 Dortmund vom 10.05.2006.
- (3) Schild, G.; Vogel, B.; Cerny, U.: Erfahrungsbericht zur Verbesserung des Brandschutzes an Gurtförderern durch den Einsatz eines präventiven Branddetektionssystems auf Basis der faseroptischen Temperatursensorik mit Lichtwellenleiterkabel, Bottrop/Jena/Herne, Oktober 2005.

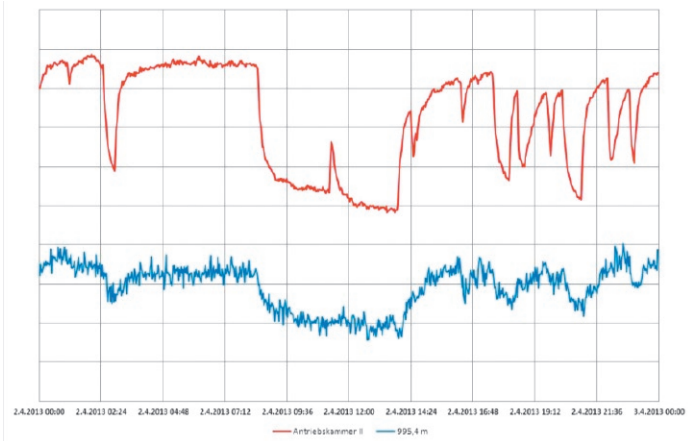


Fig. 6. Temperature correlation. // Bild 6. Korrelation der Temperaturen.

da eine Vor-Ort-Kontrolle keine Erklärung lieferte. Eine genaue Datenanalyse ergab eine direkte zeitliche Korrelation der Alarmmeldungen mit den Bandlaufzeiten. Da sich der Ort der Alarmmeldung ca. 950 m entfernt von der betreffenden Antriebskammer befindet, war eine direkte thermische Beeinflussung nicht möglich. Bei einer erneuten Vor-Ort-Kontrolle bei laufendem Band wurde eine defekte Transportrolle, die sich infolge eines defekten Lagers bei Belastung durch das Transportgut erwärmte und während der Transportpausen wieder abkühlte, als Ursache festgestellt. Der Einsatz des GESO FireFinder M ermöglichte so das rechtzeitige Auswechseln dieser defekten Rolle bevor ein größerer Schaden auftreten konnte.

Bild 6 zeigt die Korrelation zwischen der Temperatur in einer der Antriebskammern und am Ort der Alarmmeldung. Die Temperatur in den Antriebskammern repräsentiert die Betriebszeiten der Antriebe. Im Detail wurde festgestellt, dass die Wärmestrahlung des defekten Lagers das benachbarte Sensorkabel lokal erwärmte und nicht die Oberflächentemperatur der Rolle.

7 Zusammenfassung

Die durchgeführten Eignungstests während der Vorbereitung des Einsatzes und in der Betriebsphase sowie mehrjährige Betriebserfahrungen auch unter erschwerten Einsatzbedingungen haben gezeigt, dass mit dem GESO FireFinder M sowohl Glimmbrände im Liegenden als auch heiß gelaufene Bandrollen bereits im Entstehungsstadium sicher erkannt und lokalisiert werden können. Damit leistet das System einen Beitrag zur Erhöhung der Anlagensicherheit und zum Arbeits- und Gesundheitsschutz der untertätig Beschäftigten.

Authors / Autoren

Dipl.-Phys. Bernhard Vogel, Dr. Stephan Großwig, GESO GmbH & Co. Projekt KG, Jena, und Dipl.-Math. Bernd Jatho, Dr. Ulrich Palzer, GIB Gesellschaft für Innovation im Bauwesen mbH, Weimar