

Cabling for Energy and Control Technology in Deep Mining

In the harsh conditions of raw materials extraction underground, people and machines alike are pushed to their absolute limits. Every single component matters. If just one of the “cogs” fails in a mining operation, the cost of repair and reinstatement is many times that in other branches of industry or production. One of those cogs is the cable required for supplying energy to the individual machines underground. Explosion-proof, wear-resistant, flexible and durable – these are the fundamental requirements for cable and wiring in this sector. Equally subject to these require-

ments are data and communication cables, which are gaining increasing importance in mining. More and more technical solutions are also demanding additional monitoring of energy and communication. So the need for space for such wiring systems is increasing. Therefore Prysmian Group, Neustadt near Coburg/Germany, has developed a new flat cabling which incorporates up to six wiring systems and thus considerably reduces the space required for a machine’s energy-supply chain.

Leitungen für Energie- und Regelungstechnik im Untertagebergbau

In den rauen Umgebungen der Rohstoffförderung unter Tage stoßen Mensch und Maschine gleichermaßen an ihre Grenzen. Es kommt auf jede einzelne Komponente an. Fällt ein „Rädchen im Bergbaugeschäft“ aus, steigen die Kosten für Reparatur und Instandsetzung im Vergleich zu anderen Industrie- oder Produktionszweigen um ein Vielfaches an. Ein solches Rädchen sind auch die Energiezuführungen zu den einzelnen Maschinen unter Tage. Explosionsgeschützt, abriebfest, flexibel und langlebig – das sind die elementaren Anforderungen an Kabel und Leitungen in diesem

Bereich. Diese Eigenschaften müssen auch Daten- und Kommunikationskabel erfüllen, die zunehmend Bedeutung im Bergbau erlangen. Die steigende Anzahl technischer Lösungen erfordert auch einen höheren Aufwand bei der Überwachung von Energie und Kommunikation. Auf diese Weise steigt der Platzbedarf für die Leitungssysteme. Die Prysmian Group, Neustadt b. Coburg, hat deshalb eine neuartige Flachleitung entwickelt, in der bis zu sechs Leitungssysteme zusammengefasst sind und die so die Energieführungsketten der Maschinen vom Platz her entlastet.

The classic cable and looms used in mining are pushed to their limits in many areas and have to be reconceived if they are to fulfil the demands of the modern day (Figure 1). Based on decades of experience in the development and production of energy and telecommunications, Prysmian Group, Neustadt near Coburg/Germany, works together with machinery manufacturers and mining companies to develop durable and reliable energy and communications cable to significantly reduce risk and downtime in the mining sector (Figure 2).

A current example for these developments is an expanded and optimised cable solution for underground mining machines. Up to eight different wiring systems, i.e. drive, control, monitoring, communication, are necessary to secure the connection between control hub and machine. In practice, however, more and more wiring systems mean an increase in space requirements and greater complexity in machinery set-up. At the same time, however, often decreasing work-face heights mean less space for machinery components including energy supply. To engineer them to

Die klassischen Kabel- und Leitungsstränge im Bergbau kommen in vielen Bereichen an ihre Belastungsgrenzen und müssen neu konzipiert werden, um den heutigen Anforderungen gerecht zu werden (Bild 1). Basierend auf jahrzehntelanger Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von Energie- und Telekommunikationskabeln entwickelt die Prysmian Group, Neustadt b. Coburg, gemeinsam mit Maschinenherstellern und Bergbauunternehmen langlebige und zuverlässige Energie- und Kommunikationslösungen, um die Gefahren und Stillstandszeiten im Bergbau deutlich zu minimieren (Bild 2).

Ein aktuelles Beispiel dieser Entwicklungsarbeiten ist die erweiterte und optimierte Leitung für untertägige Abbaumaschinen. Bis zu acht verschiedene Leitungssysteme, u.a. für Antrieb, Steuerung, Überwachung und Kommunikation, müssen die Verbindung zwischen Steuerstand und Maschine sicherstellen. Eine steigende Zahl von Leitungssystemen bedeutet in der Praxis einen höheren Platzbedarf und mehr Komplexität im Aufbau der Maschinen. Wenn gleichzeitig die Strebhöhe abnimmt, hat



Fig. 1. The classic cable and looms used in mining are pushed to their limits in many areas and have to be reconceived if they are to fulfil the demands of the modern day.

Bild 1. Die klassischen Kabel- und Leitungsstränge im Bergbau kommen in vielen Bereichen an ihre Belastungsgrenzen und müssen neu konzipiert werden, um den heutigen Anforderungen gerecht zu werden. Source/Quelle: Prysmian

be more compact and durable, Prysmian has conceived a new kind of flat cabling for machine manufacturers which incorporates up to six wiring systems and thus considerably reduces the space required for a machine's energy-supply chain. To certificate the flat cable for industrial application, it was first subjected to extensive internal testing procedures in addition to the many different national certification processes to assure long-term quality and reliability even under the conditions of the mining industry.

Sophisticated functions for coal cutters in tight spaces

The German coal mining industry has repeatedly presented machine manufacturers with substantial challenges in the past. Solutions were developed that quickly went on to benefit technical equipment in mines worldwide. In some regions e.g. there are partly low coal seams which result is that compact mining machines specifically engineered for low working heights are required. This sets tough requirements for the design of those machines. Increasingly complex technology has to work reliably in the tightest of spaces. Coal cutters are a good example.

Coal cutters are like milling machines that cut their way through the coal to be extracted, removing the raw material layer-by-layer. The movement of the cutter drum is broadly similar to that of a typewriter, running continuously on a carriage to-and-fro along the working face to be removed. The energy, data and communication lines must also follow these movements, meaning they are constantly in motion and have to withstand vibration and friction. This is a test of strength and endurance for what are sometimes sensitive wiring components.

When it comes to designing coal cutters, there are two basic options for energy supply. The first variant uses a "loose" and straightforward type of connection. The lines lie alongside the machine in the brake and are simply pulled along behind the

das für die Maschinenkomponenten – u.a. die Energiezuführungen – weniger Platz zur Folge. Um sie kompakter und langlebiger zu konstruieren, hat Prysmian für die Maschinenhersteller eine neue Flachleitung konzipiert, in der bis zu sechs Leitungssysteme zusammengefasst sind und so die Energieführungsketten der Maschinen vom Platz her deutlich entlastet werden. Um die Flachleitung für den Praxiseinsatz zu prüfen, standen zunächst, unabhängig von den zahlreichen nationalen Zertifizierungen, aufwändige interne Prüfverfahren an, um Qualität und Zuverlässigkeit auch unter den besonderen Bedingungen des Bergbaus langfristig gewährleisten zu können.

Aufwändige Funktionen für Schrämmaschinen auf kleinstem Raum

Der Abbau von Steinkohle in Deutschland stellte die Maschinenhersteller in der Vergangenheit immer wieder vor Herausforderungen. Es wurden Lösungen erarbeitet, von denen ein wenig später die technische Ausrüstung in Bergwerken weltweit profitierte. So gibt es etwa in einigen Abbaugebieten zum Teil sehr geringmächtige Kohleflöze, für die besonders kompakte Arbeitsmaschinen benötigt werden, um die Kohle abbauen zu können. Das stellt jedoch hohe Anforderungen an die Konstruktion der Abbaumaschinen. Denn die immer komplexere Technik muss auch auf kleinstem Raum zuverlässig funktionieren. Ein gutes Beispiel dafür sind Schrämmaschinen.

Schrämmaschinen arbeiten sich wie Fräsmaschinen durch die Kohleflöze und tragen den Rohstoff Schicht für Schicht ab. Die Bewegungen der Schrämwälzen ähneln dabei denen einer Schreibmaschine. Auf einem Schlitten fahren sie kontinuierlich am Kohlenstoß hin und her. Diesen Bewegungen müssen auch Energie- sowie Daten- und Kommunikationsleitungen folgen. Sie sind also in ständiger Bewegung und müssen Vibrationen und Reibungen standhalten, was für die teils empfindlichen Leitungs-komponenten eine besondere Belastung darstellt.

Bei der Konstruktion von Schrämmaschinen wird grundsätzlich auf zwei verschiedene Möglichkeiten der Energiezuführung

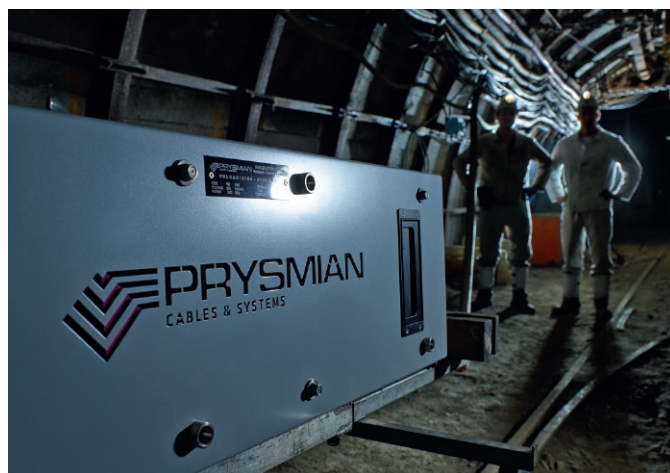


Fig. 2. Prysmian Group works together with machinery manufacturers and mining companies to develop durable and reliable energy and communication cables.

Bild 2. Die Prysmian Group entwickelt gemeinsam mit Maschinenherstellern und Bergbauunternehmen langlebige und zuverlässige Energie- und Kommunikationsleitungen. Source/Quelle: Prysmian

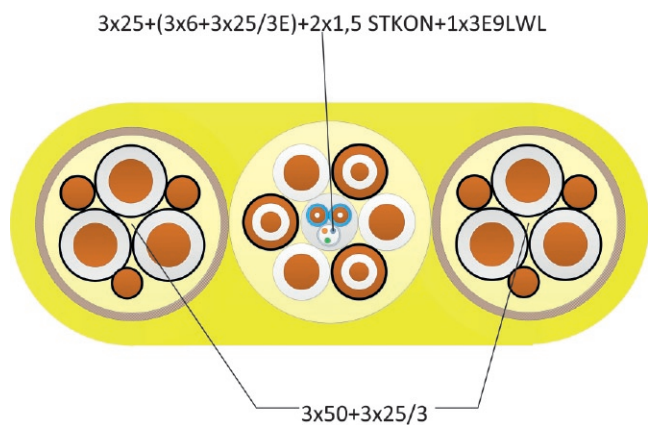


Fig. 3. Cross-sectional drawing of the flat cable.
Bild 3. Querschnittszeichnung der Flachleitung. Source/Quelle: Prysmian

machine. As consequence, they suffer a high degree of wear due to constant rubbing along sharp-edged rocks and machine parts. This also increases the danger of cabling and water hoses unintentionally becoming entangled.

One solution is presented by cable drag chains, in which cables and hoses are guided along a defined path. They force the lines into specified bending radii and protect them from coming into constant contact with sharp edges. However, the growing number of systems demanded by increasingly complex machines means that space inside the cable drag chains is tight. The inside of the chains must be kept as compact as possible so that cables and water hoses cannot become entangled or trapped. If machines are also to be designed to cope with low seams of 1 m and less, new technical developments are necessary. Conventional cabling for lighting, energy supply, control systems, monitoring and data transmission is barely able to withstand ongoing exposure to the tight bending radii in low seams, with cable drag chains reaching a bending radius of around 150 mm during machine travel. Cable is also subjected to high mechanical loads during directional change in an "S" shape formation.

An additional difficulty is presented when it comes to bracing the lines where the individual cable components connect inside the machine itself. The lines have to be designed in a manner that enables them to be guided into the machine without tensile loading, while being sufficiently flexible to facilitate connection of the individual components in a small space.

Special design guarantees long lifespan and a high level of safety

The solution developed by Prysmian for coal cutters is a new type of flat cable under the brand name Protomont(FL)-LWL. It integrates up to six systems, yet reliably withstands tight bending radii of approximately 150 mm. The flat cable was the brainchild of development engineers at the competence centre in Neustadt near Coburg in Germany.

At the heart of this Protomont cable are three systems for energy transmission and their protective conductors. These consist of two lines, each with three cores with a cross-section of 50 mm² and one line with three cores with a cross-section of 25 mm² (Figure 3). They are configured for a rated voltage of 1 kV AC, which equates to a maximum power for the cross-section of 50 mm²

zurückgegriffen. Die erste Variante nutzt eine „lose“ und einfache Form der Verbindung. Die Leitungen liegen neben der Maschine in der Brake und werden einfach hinter der Maschine hergezogen. Die Folge sind hohe Abnutzungserscheinungen durch ständiges Schleifen an scharfkantigen Gesteinen und Maschinenteilen. Zudem steigt die Gefahr, dass sich Leitungen und Wasserschläuche miteinander verwickeln.

Eine Lösung bieten Energieführungsketten, in denen Leitungen und Schläuche definiert geführt werden. Sie zwingen die Leitungen in vorgegebene Biegeradien und schützen sie vor ständigen Berührungen mit scharfen Kanten. Durch die steigende Anzahl an Systemen, die immer komplexer werdende Maschinen erfordern, wird der Platz in den Energieführungsketten jedoch eng. So muss das Innenleben der Ketten so kompakt wie möglich gehalten werden, sodass sich die Leitungen und Wasserschläuche nicht ineinander verwickeln oder verklemmen. Sollen die Maschinen zudem noch für niedrige Strebe von 1 m Höhe und weniger konzipiert werden, sind technische Neuentwicklungen nötig. Denn herkömmliche Leitungen für Beleuchtung, Energiezuführung, Steueranlagen, Überwachung und Datenübertragung halten den engen Biegeradien in solch niedrigen Streben kaum dauerhaft stand. So erreichen Energieketten beim Verfahren der Maschinen etwa einen Biegeradius von 150 mm. Große mechanische Belastungen wirken zudem während des Richtungswechsels bei einer „S-Führung“.

Eine zusätzliche Schwierigkeit ergibt sich beim Abfangen der Leitungen. Dabei handelt es sich um den Anschluss der einzelnen Leitungskomponenten in der Maschine selbst. Dafür müssen die Leitungen so konstruiert sein, dass sie ohne Zugbelastungen in die Maschine geführt werden können und gleichzeitig so flexibel sind, dass ein Anschluss der einzelnen Komponenten auch auf kleinem Raum möglich ist.

Spezieller Aufbau garantiert hohe Langlebigkeit und Sicherheit

Bei der von Prysmian entwickelten Lösung für Schrämmaschinen handelt es sich um eine neue Flachleitung mit der Markenbezeichnung Protomont(FL)-LWL. Sie fasst bis zu sechs Systeme zusammen und hält Biegeradien von ca. 150 mm zuverlässig stand. Die Idee der Flachleitung kam den Entwicklern des Prysmian-Kompetenzzentrums in Neustadt bei Coburg.

Das Kernstück der Protomont-Leitung bilden die drei Systeme zur Energieübertragung mit ihren Schutzleitern. Hierbei handelt es sich um zwei Leitungen mit je drei Adern mit einem Querschnitt von 50 mm² sowie einer Leitung mit je drei Adern mit 25 mm² Querschnitt (Bild 3). Sie sind ausgelegt für eine Nennspannung von 1 kV Drehstrom, was, abhängig von der Umgebungstemperatur, beim Querschnitt von 50 mm² einer maximalen Leistung von etwa 200 kW entspricht. Moderne Schrämmaschinen benötigen mehrere dieser Energieleitungssysteme, da sie getrennt voneinander den Antrieb der Abbauwerkzeuge, Vor- und Rücklauf des Schlittens sowie die Fortbewegung der Maschine abdecken müssen.

Hinzu kommt ein Lichtwellenleitersystem (LWL), das derzeit aus bis zu vier Fasern bestehen kann. Damit lassen sich Steuerbefehle sowie Maschinendaten über Geschwindigkeit, Laufzeiten, Auslastung etc. selbst über mehrere Kilometer mit sehr hohen

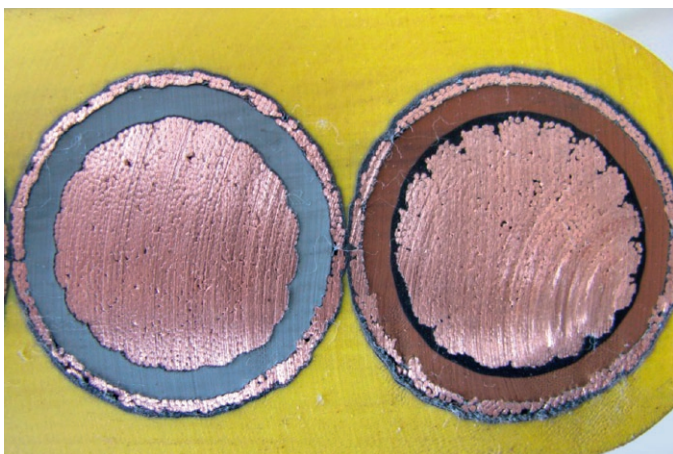


Fig. 4. Detailed view on the cross-section of the flat cable.
Bild 4. Detailansicht der Flachleitung im Querschnitt.
Source/Quelle: Prysmian

of around 200 kW, depending on ambient temperature. Modern coal cutters need several such energy management systems as they have to cover, independently of one another, driving the cutting tools, the reciprocal movement of the carriage and the propulsion of the machine itself.

Added to that is a fibre-optic cable (LWL in German), which currently can consist of up to four fibres. They permit transmission, even over several kilometres, of control commands and machine data on speed, running times, capacity utilisation etc. at extremely high data rates between control centre, driving cab and machine. As well as high data transfer rates, the fibres also have very low volume and weight, which is beneficial for the design of a flat cable.

The flat cable developed by the Prysmian Group also contains a wiring system for an additional hydraulic pump and a monitoring line. This is incorporated for the identification and reporting of disturbances, defects and wear on the cable – a small but critical detail that turns the cable itself into an intelligent component. Machine operators can thus react ahead of a complete standstill and take appropriate action such as lowering the speed of the machine or undertaking repair measures.

The special quality that gives the new flat cable a higher robustness and durability lies in the special layout and design of the individual components and the special composition of the cable sheath (Figure 4). The structure of the individual elements – cables and braid – are so optimised that they can withstand even sustained loads from vibrations and tight bending radii (Figure 5).

A further benefit of the optimised cable structure lies in the fact that relative movement is possible inside the flat cable and signs of wear are extremely low. The individual components are wrapped in special tapes and the cable sheath is coated with special fleece (Figure 6). The outer cable sheath – the visible part of the flat cable – consists of a highly abrasion resistant rubber, which fulfils the requirements specified in DIN VDE 0207 part 21.

Exhaustive testing prior to official mining certification

Prysmian subjects its new developments to exhaustive testing

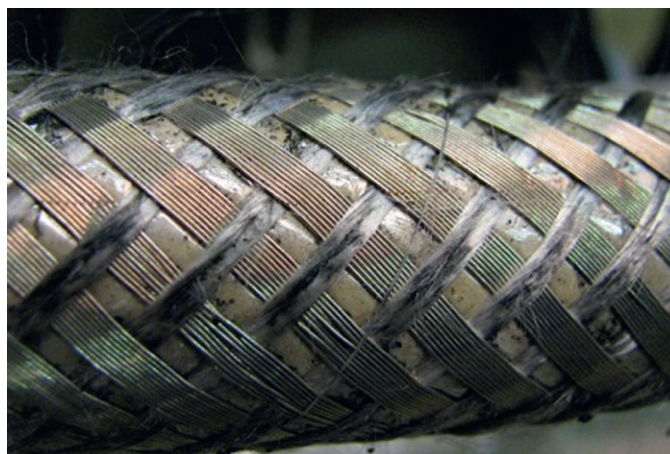


Fig. 5. Braid of the internal components.
Bild 5. Geflecht der inneren Komponenten.
Source/Quelle: Prysmian

Datenraten zwischen Steuerzentrale, Führerstand und Maschine übertragen. Neben den hohen Datenübertragungsraten haben die Fasern gleichzeitig ein extrem geringes Volumen und Gewicht, was der Konstruktion einer Flachleitung zugutekommt.

Zusätzlich enthält die von der Prysmian Group entwickelte Flachleitung ein Leitungssystem für eine zusätzliche Hydraulikpumpe sowie einen Überwachungsleiter. Dieser wird verbaut, um Störungen, Defekte und Verschleiß der Leitung zu erkennen und zu melden – ein kleines aber entscheidendes Detail, das die Leitung selbst zu einer intelligenten Komponente werden lässt. Maschinenbetreiber können so noch vor einem kompletten Stillstand reagieren und etwa die Geschwindigkeit der Anlage drosseln oder Reparaturmaßnahmen einleiten.

Die Besonderheit, die der neuen Flachleitung eine deutlich höhere Robustheit und Langlebigkeit sichert, besteht in der speziellen Anordnung und Konstruktion der einzelnen Komponenten sowie im besonderen Aufbau des Kabelmantels (Bild 4). Die einzelnen Elemente – Leiter und Geflechte – sind vom Aufbau her so optimiert, dass sie selbst anhaltender Belastung durch Vibrationen und engen Biegeradien standhalten (Bild 5).

Ein weiterer Vorteil des optimierten Leitungsaufbaus liegt in den möglichen Relativbewegungen und geringen Verschleißerscheinungen innerhalb der Flachleitung. Daher sind die einzelnen Komponenten mit speziellen Bändern umwickelt und der Mantel der Leitung wurde wiederum mit einem Flies verklebt (Bild 6). Der äußere Kabelmantel, das sichtbare Element der Flachleitung, besteht aus einem hochabriebfesten Gummi, der wiederum die in der DIN VDE 0207 Teil 21 festgelegten Anforderungen nach 5GM5 erfüllt.

Langwierige Testverfahren noch vor den offiziellen Bergbauzertifizierungen

Prysmian testet seine Neuentwicklungen bereits vor den offiziellen Zertifizierungsprozessen. Den Entwicklern steht dafür am Standort Neustadt ein eigener Kettenprüfstand zur Verfügung, mit dem die Anforderungen simuliert werden können. Eine Zielgröße bei der Prüfung der Flachleitung bestand darin, herauszufinden, welche Mindestspielzahl für den neuen Leitungstyp künftig garantiert werden kann.



Fig. 6. The components are wrapped in special tapes and the cable sheath is coated with a fleece.
 Bild 6. Die Komponenten sind mit speziellen Bändern umwickelt und der Mantel der Leitung wurde mit einem Flies verklebt.
 Source/Quelle: Prysmian

before they undergo official certification processes. Development engineers at the Neustadt facility have at their disposal an in-house chain test rig that can simulate the appropriate conditions. One target outcome of the testing was to establish the minimum cycle figure that could be guaranteed in future for the new cable type.

An eight-metre length of cable was fitted to a standard plastic cable drag chain and moved at a mean feed rate in both directions for 10,000 and 15,000 movements (Figures 7,8). The equates to a usage duration of around three years at an average of 15 to 20 cycles per day in three shifts of eight hours each.

The test sample was assessed primarily at the critical point, which is where the chain rises up when it changes direction and transitions from the S shape back into the stretched condition (Figure 8). This is precisely where the smallest possible cable bending radii occur.

The result of the appraisal showed initially that none of the cores and no other element in the cable had shifted, elongated or shortened during the test. Furthermore, the internal components showed no signs of deformation and all windings and woven materials were fully intact (Figure 9). There was also still a good level

Dazu wurde ein acht Meter langes Stück der Leitung in einer Standard-Kunststoff-Energieführungskette eingebaut und bei Mitteleinspeisung mit 10.000 bzw. 15.000 Bewegungen in beide Richtungen bewegt (Bilder 7, 8). Hierbei handelt es sich um eine Einsatzdauer unter Tage von etwa drei Jahren bei durchschnittlich 15 bis 20 Spielen täglich und einem Dreischichtbetrieb über je acht Stunden.

Die Befundung des Prüflings erfolgte vor allem an der kritischsten Stelle. Diese befindet sich dort, wo sich die Kette bei Änderung der Bewegungsrichtung aufrichtet, wenn sie aus der S-Form wieder in den gestreckten Zustand übergeht (Bild 8). Denn genau an dieser Position treten die kleinstmöglichen Biegeradien der Leitung auf.

Das Ergebnis der Befundung zeigte zunächst, dass keine Ader und kein anderes Leitungselement während der Prüfung in der Leitung gewandert ist, sich gelängt oder verkürzt hat. Die inneren Komponenten wiesen zudem keine Deformationen auf. Darüber hinaus waren alle Geflechte und Bespinnungen vollständig intakt (Bild 9). Eine gute Relativbewegung zwischen den aufgebrachtten Spezialbändern war auch nach 10.000 Spielen weiterhin gegeben.

Da Drahtbrüche in den Adern oder im Geflecht eine hohe Gefahr im Bergbau darstellen, wurde hierauf besondere Aufmerksamkeit gelegt. Nach 10.000 Spielen fanden sich insgesamt nur zwei Drahtbrüche im Geflecht. Auch dies ist ein überaus positiver Wert. Zudem waren alle Bespinnungen identisch. Eine gute Relativbewegung war auch nach 10.000 Spielen weiterhin gegeben. Das Spezialband befand sich insgesamt in einem guten Zustand. Bei der Begutachtung des Kabelmantels zeigten sich zwar einige Kerbspuren in Längsrichtung, die durch die mechanische Wechselwirkung von Flachleitung und Kette entstanden sind, jedoch betrug die Tiefe der Kerbspuren maximal ein Zehntel der Mantelwanddicke – ein hervorragender Wert.

Insgesamt zeigte der Test auf dem Kettenprüfstand sehr gute Ergebnisse, die einen langen und zuverlässigen Betrieb im Untertagebergbau erwarten lassen.

Know-how und Erfahrungen kommen auch aus anderen Bereichen

Bei Neukonzeptionen dieser Art fließt immer das gesammelte Know-how auch aus anderen Applikationen mit ein. So wurde hier u.a. auf die Erfahrung von trommelbaren Flachleitungstrossen aufgebaut, die bereits seit vielen Jahren in Container-



Fig. 7/8. Flat cable on the chain test rig. // Bild 7/8. Flachleitung im Kettenprüfstand. Source/Quelle: Prysmian

of relative movement between the applied special tape even after 10,000 cycles.

Because wire breakage in the cores or braid presents a major danger in mining, this aspect was the subject of particular attention. After 10,000 cycles, there were only two wire breakages in the weave, which is an extremely positive outcome. Furthermore, all spinnings were identical. Good relative movement was also maintained after 10,000 cycles. The special tape was in good overall condition. Although the appraisal of the cable sheath showed some signs of scarring longitudinal caused by the mechanical reciprocation of the flat cable and the chain, the depth of the scarring was no greater than 1/10 of sheath thickness – an excellent figure.

Overall, the test on the chain rig delivered extremely good results, leading to the inference of long and reliable operation in underground mining.

Know-how and experience from other sectors, too

Collective know-how garnered from other applications always flows into the generation of new ideas. In this case, i.e., the Prysmian Group was able to build on its experience in reelable flat trailing cable, which has already been in use at container ports for many years. The Protolon energy cables used here, which likewise have integrated fibre-optic data transmission, cover a voltage range of between 3 and 30 kV. They are used on reels for high-speed cranes in AMRG (Automated Rail Mounted Gantry) and ASC (Automatic Stacking Crane) applications. The customer-specific multifunctional solutions are notable for high mechanical performance in respect of tensile and torsional loads as well as good climatic and chemical resistance. Small diameters and high flexibility with minimal bending radii aid the high operating speeds of such equipment.

Outlook

Following several months of development work on the PROTOMONT(FL)-LWL cable, it has been signed off for market launch in the mining sector and is already in use with one machinery manufacturer. Additionally, there are other potential customers showing interest. Use of the new flat cable is not only restricted to coal cutters in low seams. Based on customer requirements, the cable can also be adapted for use in other underground applications.

Authors / Autoren

Robert Jesumann, Sales Director Export,
Michael Eichhorn, Specialties & OEM, Sales Division Mining,
Prysmian Group, , Neustadt b. Coburg,

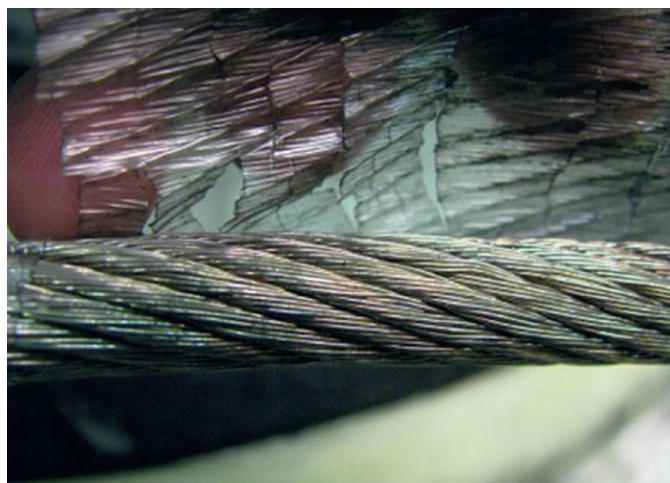


Fig. 9. View on the internal components of the flat cable after the chain test rig.

Bild 9. Blick auf die inneren Komponenten der Flachleitung nach dem Test im Kettenprüfstand. Source/Quelle: Prysmian

hären im Einsatz sind. Die verwandten Protolon-Energieleitungen, ebenfalls mit integrierter Datenübertragung mittels LWL, decken Spannungsbereiche zwischen 3 und 30 kV ab. Sie kommen in Trommelanwendungen in ARMG- (Automated Rail Mounted Gantry) und ASC-Applikationen (Automatic Stacking Cranes) in schnelllaufenden Kränen zum Einsatz. Die kundenspezifischen multifunktionalen Lösungen weisen höchste mechanische Leistungen hinsichtlich Zuglasten und Torsionsspannung sowie eine besondere Klimabeständigkeit und chemische Festigkeit auf. Geringe Durchmesser und eine hohe Flexibilität mit minimalem Biegeradius unterstützen die hohen Betriebsgeschwindigkeiten der Anlagen.

Ausblick

Nach der mehrere Monate dauernden Entwicklungsphase der PROTOMONT(FL)-LWL-Leitung, wurde sie für den Einsatz in Bergbaubetrieben freigegeben und befindet sich bereits bei einem Maschinenhersteller im Praxiseinsatz. Darüber hinaus gibt es weitere Interessenten. Der Einsatz der neuen Flachleitung ist nicht allein auf Schrämmaschinen in niedrigen Streben begrenzt. Je nach Kundenwunsch kann die Leitung auch für weitere Anwendungsbereiche unter Tage angepasst werden.