

Measuring and Dosing System for Operating Fluids Used in Longwall Hydraulic Systems for the Economic Optimisation of Shield Supports

The fall in prices for thermal and coking coal experienced for a long time now has forced all hard coal mines worldwide to resort to a special economy drive. A considerable part of their costs are caused by the operation of shield supports. The economic efficiency of the latter does not only depend on low acquisition costs, though. Other essential factors are mainte-

nance costs and repair costs incurred within the useful life of the shield support. Besides mechanical damage to shield supports, corrosion damage within the hydraulic system is one of the biggest cost drivers. This does not only require an enormous expenditure of money due to repairs and possible production downtime but may in the worst case also endanger lives.

Mess- und Dosiersystem für Betriebsflüssigkeiten in der Strebhydraulik zur wirtschaftlichen Optimierung des Schildausbaus

Der seit langem eingebrochene Preis für Kraftwerks- und Koks-kohle zwingt weltweit alle Steinkohlenbergwerke zu besonderen Sparmaßnahmen. Erhebliche Kosten werden bei deren Betrieb durch den eingesetzten Schildausbau verursacht. Des-sen Wirtschaftlichkeit hängt jedoch nicht allein von niedrigen Anschaffungskosten ab: Wesentliche Faktoren sind ebenfalls die Instandhaltungskosten und die anfallenden Reparaturkos-

ten innerhalb der Nutzungsdauer des Schildausbaus. Neben mechanischen Schäden an den Ausbauschilden sind Korrosi-onsschäden innerhalb des Hydrauliksystems der größte Kos-tenverursacher. Außer einem hohen Kapitalaufwand bedingt durch Reparaturen und mögliche Produktionsausfälle sind im schlimmsten Fall auch Menschenleben gefährdet.

The most frequent problems within the hydraulic system are triggered by a neglect of testing the pressure transmission medium, that is the HFA hydraulic fluid. In the condition of application, these hydraulic fluids consist of water with additives against corrosion and for the improvement of the gliding properties within the hydraulic system. The suitability for the respective conditions of application is generally determined and specified by the manufacturer of the fluid and of the shield manufacturer on the basis of the water quality in the area of application. Before any approval will be given extensive test series designed to prove the effectiveness of an HFA concentrate are run by neutral technical institutions. The results obtained will only endure if the user (mine operator) consistently fulfills the necessary basic requirements.

Examinations of emulsions underground have shown over and over again that in practice there is a very fine line between success and failure. The example given in figure 1 indicates that massive signs of corrosion appeared on the metal strips after just seven days.

Auslöser für die häufigsten Probleme innerhalb des Strebhydrau-liksystems ist in den meisten Fällen die vernachlässigte Prüfung des Druckübertragungsmediums, also der HFA-Hydraulikflüs-sigkeit. Diese Hydraulikflüssigkeiten bestehen im Zustand ihrer Anwendung aus Wasser mit Zusätzen gegen Korrosion und zur Verbesserung der Gleiteigenschaften innerhalb des Hydraulik-systems. Die Eignung für die jeweiligen Einsatzverhältnisse wird i.A. durch den Hersteller der Flüssigkeit und den Schildherstel-ler in Abhängigkeit von der Wasserqualität des Einsatzgebietes festgestellt und vorgegeben. Im Vorfeld einer Zulassung werden aufwändige Testreihen von neutralen, technischen Institutionen gefahren, die die Wirksamkeit eines HFA-Konzentrates nachwei-sen. Diese Ergebnisse haben jedoch nur Bestand, wenn die not-wendigen Grundanforderungen auch dauerhaft vom Anwender (Bergwerksbetreiber) eingehalten werden.

Wie eng Erfolg und Misserfolg aber in der Praxis beieinander liegen, zeigen Untersuchungen von Emulsionen unter Tage im-

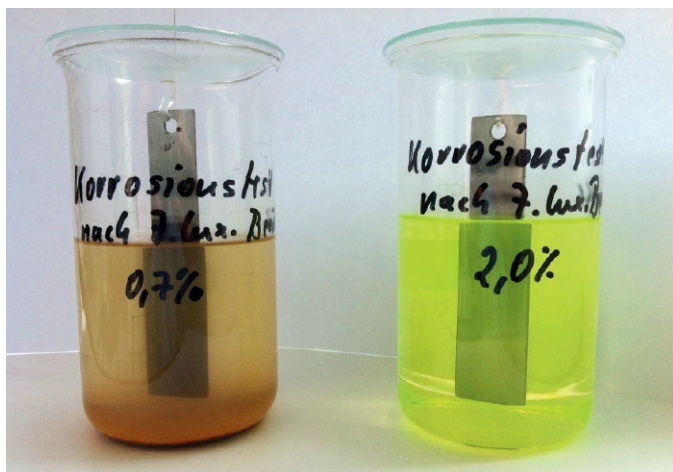


Fig. 1. Metal strip emulsion testing.
Bild 1. Metallstreifentest zur Prüfung der Emulsion

The standardised test in accordance with the 7th Luxembourg report specifies that this should not happen until after 28 days. The concentration measured in the above example was 0.7%. With the target concentration level of 2% which is also specified by the manufacturer of the shield support no corrosion is found on the test strip.

When hydraulic components fail in operation the components that would mostly be considered worth the expense of a repair are the shifting rams and legs. The other cylinders will usually have to be replaced by new parts.

The conclusion that follows is:

- Maximise the duration of use of the shield support and its components underground.
- Leg and cylinder failures shall not hamper the production process.

Figure 2 shows a shifting ram which failed in operation after a short period of application of just six months. Initial single defects already occurred after three months. The damage was caused by an imperfect operating fluid. The cylinder running surface corroded and after a few load cycles destroyed the guide bands and seals of the cylinder piston (Figure 3). If such corrosion pits on a leg are deeper than 0.5 mm it will no longer be possible to clean the cylinder tube by honing as this would go below the design reserve of the wall thickness. As a consequence the component will have to be scrapped.

The condition of a seven year old shield leg shows that such failures can be prevented by using an intact emulsion (Figure 4). Such a long service period could never have been reached without proper maintenance of the emulsion.

Why, then, do hydraulic components fail again and again due to corrosion? The specific conditions in underground mines are responsible for this phenomenon:

- Poor and often also changing water quality with high corrosion potential;
- loss of emulsion due to defective hoses and hydraulics;
- insufficient concentrate stock at the pump station;
- lacking logistics and not least
- lack of knowledge of the current condition of the emulsion.



Fig. 2. Shifting ram opened, cause of failure:
Corrosion of the running surface.
Bild 2. Schreitzyylinder geöffnet, Ausfallursache:
Korrosion der Lauffläche.

mer wieder. Im Beispiel in Bild 1 ist erkennbar, dass schon nach sieben Tagen massive Korrosionserscheinungen auf den Metallstreifen aufgetreten sind. Der genormte Test nach dem 7. Luxemburger Bericht sieht hierfür eigentlich 28 Tage vor. Die gemessene Konzentration lag im u. a. Beispiel bei 0,7%. In der Sollkonzentration von 2%, die auch der Hersteller des Schildausbaus voraussetzt, ist keinerlei Korrosion am Teststreifen feststellbar.

Sind Hydraulikbauteile im Betrieb ausgefallen, lohnt eine Reparatur aus wirtschaftlichen Gründen meist nur bei Schreitzyindern und Stempeln. Die übrigen Zylinder müssen üblicherweise durch Neuteile ersetzt werden.

Die Devise muss also heißen:

- Maximale Einsatzdauer des Schildausbaus sowie dessen Bauteile unter Tage,
- keine Störung des Produktionsprozesses durch ausgefallene Stempel und Zylinder.

Bild 2 zeigt einen Schreitzyylinder, der nach einer Einsatzdauer von nur sechs Monaten im laufenden Betrieb ausgefallen ist. Erste einzelne Defekte traten bereits nach drei Monaten auf. Das Schadensbild ist durch eine mangelhafte Betriebsflüssigkeit entstanden. Die daraufhin korrodierte Zylinderlauffläche zerstörte bereits nach wenigen Lastwechseln die Führungsbänder und Dichtungen des Zylinderkolbens (Bild 3). Sind solche Korrosionsnarben bei einem Stempel tiefer als 0,5 mm, so ist eine Säuberung des Zylinderrohrs durch Honen nicht mehr möglich, da die Konstruktionsreserve der Wandstärke unterschritten würde. Folglich wandert das Bauteil in den Schrott.

Dass derartige Ausfälle mit einer intakten Emulsion zu verhindern sind, zeigt der Zustand eines sieben Jahre alten Schildstempels (Bild 4). Eine solche Standzeit wäre ohne gute Pflege der Emulsion niemals zu erreichen.

Warum kommt es also immer wieder zu korrosionsbedingten Ausfällen hydraulischer Komponenten?

Verantwortlich hierfür sind die spezifischen Bedingungen des Bergbaus unter Tage:

- schlechte und oft auch wechselnde Wasserqualität mit hohem Korrosionspotential,

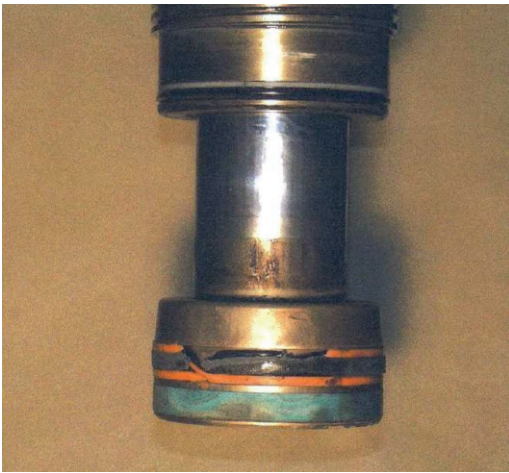


Fig. 3. Piston packing after a period of operation of six months.
Bild 3. Kolbendichtung nach sechs Monaten Betriebszeit.

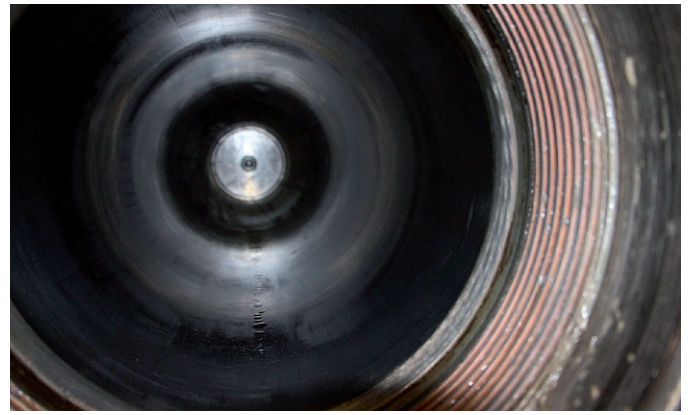


Fig. 4. View of the interior of a seven year old leg without any signs of corrosion.
Bild 4. Innenansicht eines sieben Jahre alten Stempels ohne Korrosionserscheinungen.

For adjusting and maintaining the optimum fluid properties in the face hydraulic system a measuring system suitable for mining is required which measures and controls the relevant fluid parameters automatically. Presently, most mines measure the concentration of the pressure medium by means of so-called hand refractometers and document the results manually. The measuring value is usually obtained once per day, in most cases even at longer intervals. Furthermore, this method offers room for neglectfulness, misinterpretations, and gross measuring errors.

In order to be able to detect changes in the pressure medium with respect to fluid relevant factors such as e.g. concentration, pH-value, and electrical conductivity without delay real-time monitoring and control of the hydraulic fluid are required. To this end, Tiefenbach Control Systems GmbH, Bochum/Germany, has developed a measuring and control system with automatic dosing which determines the respective data aided by computer and sets the hydraulic fluid automatically back to the selected target values.

The RECOMATIC® Measuring and Dosing System protects the shield support against cost-intensive damage due to corrosion and other negative influences on the pressure medium. A valuable investment is protected, maintenance costs are minimised.

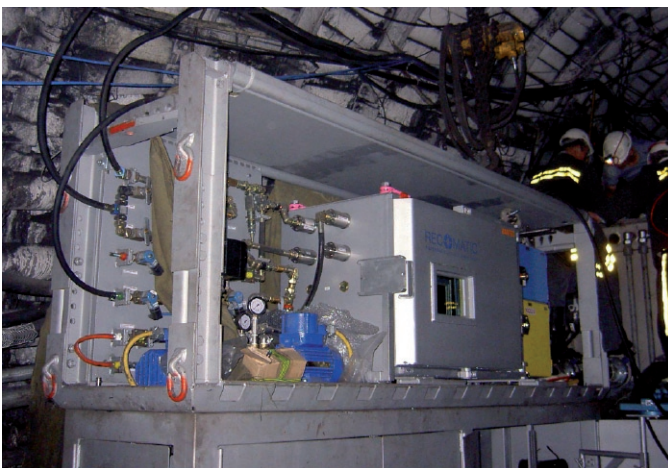


Fig. 5. RECOMATIC® System, design CZ
Bild 5. RECOMATIC®-System, Bauausführung CZ

- Verluste an Emulsion durch Defekte an Verschlauchung und Hydraulik,
- unzureichender Konzentratvorrat an der Pumpenstation,
- mangelnde Logistik und nicht zuletzt
- Unkenntnis über den jeweils aktuellen Zustand der Emulsion.

Zur Einstellung und Erhaltung der optimalen Flüssigkeitseigenschaften in der Strebhydraulik wird ein bergbaugaugliches Messsystem benötigt, welches im Automatikbetrieb die relevanten Flüssigkeitsparameter erfasst und regelt. Derzeit wird die Konzentration des Druckmediums auf den meisten Bergwerken mit sogenannten Handrefraktometern gemessen und manuell dokumentiert. Dieser Messwert wird in der Regel einmal täglich ermittelt, in vielen Fällen sogar seltener. Außerdem bietet diese Methode Raum für Nachlässigkeiten, Fehlinterpretationen und grobe Messfehler.

Um Veränderungen am Druckmedium in Bezug auf flüssigkeitsrelevante Faktoren wie z.B. Konzentration, pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit unverzüglich feststellen zu können, ist eine Echtzeitüberwachung und Steuerung der Hydraulikflüssigkeit notwendig. Hierzu hat die Firma Tiefenbach Control Systems GmbH, Bochum, ein Mess- und Regelsystem mit automatischer Dosierung entwickelt, welches rechnergestützt die entsprechenden Daten ermittelt und die Hydraulikflüssigkeit selbstständig wieder auf die gewählten Sollwerte einstellt.

Das RECOMATIC® Mess- und Dosiersystem schützt den Schildausbau vor kostenintensiven Schäden durch Korrosion und anderen negativen Einflüssen des Druckmediums. Ein hoher Investitionswert wird geschützt, Instandhaltungskosten werden minimiert.

Das RECOMATIC® Mess- und Dosiersystem der Tiefenbach Control Systems GmbH

Das RECOMATIC®-System (Bild 5) der Tiefenbach Control Systems GmbH stellt ein System dar, welches den aktuellen Emulsionszustand misst und die Emulsion auf Basis der gemessenen Daten optimiert. Alle Daten werden mittels eines von Tiefenbach entwickelten Rechnerprogramms gesammelt, verarbeitet und über einen längeren Zeitraum gespeichert.

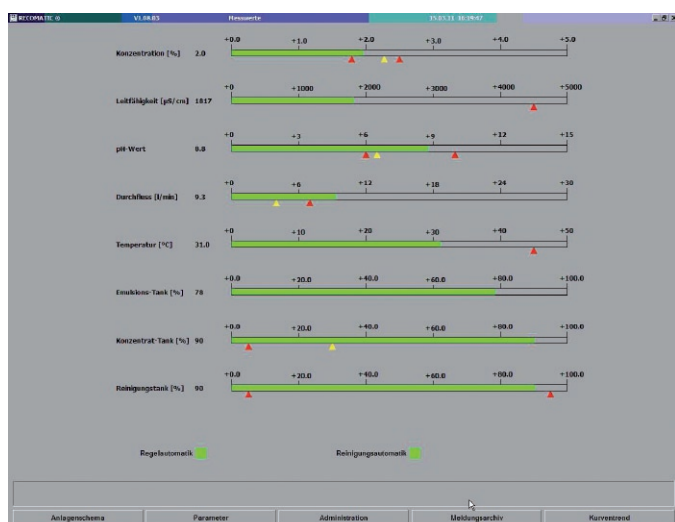


Fig. 6. Overview of current measuring values.
Bild 6. Aktuelle Messwerte im Überblick.

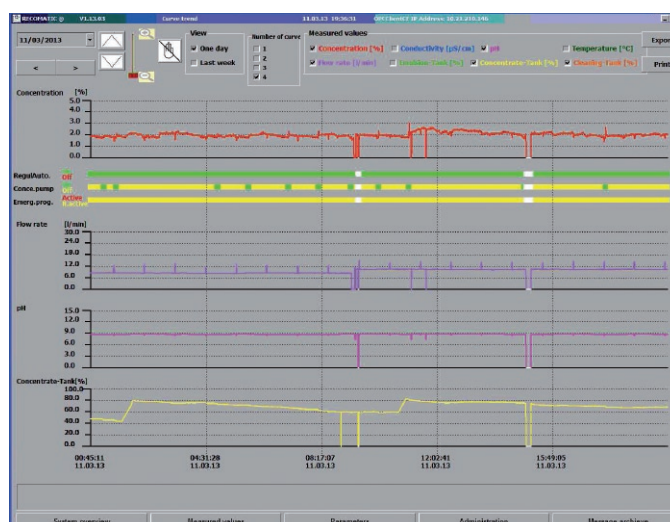


Fig. 7. One-day's documentation.
Bild 7. Dokumentation eines Tages.

The RECOMATIC® Measuring and Dosing System of Tiefenbach Control Systems GmbH

The RECOMATIC® System (Figure 5) of Tiefenbach Control Systems is a system which measures the current condition of the emulsion and optimises the emulsion on the basis of the data measured. A computer programme developed by Tiefenbach collects and processes all data and stores them for a longer period of time.

The storage of all data additionally offers the advantage of permitting to subsequently clarify causes of damage in the event of warranty claims or unspecified damage to the hydraulic system of the shield support.

The screen can be tailored to the respective application and displays the following:

- All current measuring values in the form of bargraphs (Figure 6);
- the historical data of all measuring values, going back up to six months, in the form of curve trends (Figure 7);
- a table of all parameters, limit values and measuring ranges that can be set;
- an administration screen with all functions set;
- a screen with message archive which documents all information with respect to malfunctions and their remedies with date and time stamp.

Operating comfort even under arduous conditions is a requirement of the mines which the RECOMATIC®-System meets in full. The current measuring values are displayed both on the screen underground and in a control room at the surface. Warning and alarm values which can be set individually visualise deviations from the target values.

All measuring values are stored in the documentation mode of the system. With the technology of the RECOMATIC® System the foundation stone has been laid for the automatic control and adjustment of the HFA concentration. It thus provides continuous monitoring and optimal control for the hydraulic circuit of the longwall support system.

Die Speicherung aller Daten bietet nebenbei auch den Vorteil, bei Garantieansprüchen oder nicht zuzuordnenden Schäden im Hydrauliksystem des Schreitausbaus nachträglich Ursachen zu klären.

Auf den je nach Bedarf einstellbaren Bildschirmen können dargestellt werden:

- Alle aktuellen Messwerte in Form von Bargraphen (Bild 6),
- die historischen Daten aller Messwerte, rückblickend bis zu sechs Monaten in Form von Kurventrends (Bild 7),
- eine Tabelle aller einstellbarer Parameter, Grenzwerte und Messbereiche,
- ein Administrationsbildschirm mit allen eingestellten Funktionen und
- ein Bildschirm als Meldungsarchiv, der alle Informationen zu Fehlfunktionen und deren Behebung zeitgenau dokumentiert.

Die Bedienungsfreundlichkeit auch unter erschwerten Bedingungen ist eine Forderung der Praxis, die das RECOMATIC®-System gänzlich erfüllt. Die aktuellen Messwerte werden sowohl auf einem Bildschirm vor Ort als auch über Tage in einer Steuerwarte dargestellt. Individuell einstellbare Warn- und Alarmpunkte machen Abweichungen von den Sollwerten sichtbar.

Alle Messwerte sind im Dokumentationsmodus der Anlage gespeichert. Mit der Technik des RECOMATIC®-Systems ist der Grundstein für die automatische Steuerung und Regelung der HFA-Konzentration gelegt worden. Der Hydraulikkreislauf des Strebaubaus kann hiermit kontinuierlich überwacht und optimal gesteuert werden.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeit des RECOMATIC®-Systems macht sich durch eine Verlängerung der Standzeiten von Hydraulikkomponenten des Schildausbaus und die deutliche Reduzierung des manuellen Aufwands besonders bemerkbar. Bergwerke, die dieses System einsetzen, konnten damit das Reparaturaufkommen im Schildausbau signifikant reduzieren. Je nach Randbedingungen amortisieren sich die Investitionen für eine RECOMATIC® bereits innerhalb eines Jahres.

Economic feasibility study

The economic feasibility of the RECOMATIC® System particularly shows in that it extends the service lives of hydraulic shield support components and considerably reduces manual time and effort. Mines using this system have been able to significantly reduce the repair work required on shield supports. Depending on the boundary conditions the investments for a RECOMATIC® will pay off within a single year.

There are no technical reasons which would answer the question as to why hydraulic elements in shield supports do require repair after about five years on average if the steel structure can remain in service for up to twelve years. With an integrated RECOMATIC® alone corrosion in the face hydraulic system cannot be prevented but damage can be excluded for the planned service life of the shield support when using a hydraulic fluid controlled and monitored this way.

Outlook

A modular system for measuring and controlling the hydraulic fluid has been developed supplementing the previous overall RECOMATIC® system. The basic variant offers measurement of the concentration – permanently visualising the current measuring value of the HFA concentration – which is a clear improvement on the daily selective check by means of a hand refractometer. This version of the RECOMATIC® is gradually expandable to include pH-value and electrical conductivity measurements and documentation of the HFA concentration. An essential cost advantage as compared to the previous version is the use of intrinsically safe sensors which already successfully gained approval in accordance with the EX I Standard. An operational RECOMATIC® in accordance with this new standard will be presented soon.

Summary

For reasons of fire safety, the shield support in hard coal mines is operated using water as hydraulic fluid. Depending on the kind and corrosiveness of the water used 1% to 3% HFA concentrate must be added and this value maintained consistently in order to ensure corrosion protection, the lubricating properties as well as the biostability in the entire hydraulic system. The manual measurements usually made to date for checking the HFA concentration at the site cannot offer continuous monitoring and do not do justice to the economic importance of the shield support.

To conserve the value of the shield support and minimise cost of repair and maintenance Tiefenbach Control Systems GmbH has developed an online measuring system which provides permanent information on the current condition of the HFA concentration, fully automatically restores the target concentration level in the event of deviations from it and saves the values measured to a database for documentation. A correctly set HFA fluid permits to prevent corrosion damage. This extends the lives of the hydraulic components and minimises the cost of repairs. With the RECOMATIC System Tiefenbach looks back on many years of experience during which time this measuring technology has proved its worth and established itself.

Es gibt keinerlei technische Gründe dafür, warum Hydraulik-elemente im Schildausbau im Mittel nach rd. fünf Jahren erneuerungsbedürftig sind, dessen Stahlbau jedoch bis zu zwölf Jahre einsatzfähig bleiben kann. Mit einer integrierten RECOMATIC® allein lässt sich die Korrosion in der Strebhydraulik zwar nicht verhindern, jedoch sind Schäden innerhalb der planmäßigen Nutzungsdauer des Schildausbaus mit einer so kontrollierten und geregelten Hydraulikflüssigkeit auszuschließen.

Ausblick

Zum bisherigen Vollsistem der RECOMATIC® wurde bei Tiefenbach nun ergänzend ein Modulsystem zur Messung und Regelung der Hydraulikflüssigkeit entwickelt. Die Basisausführung bietet die Messung der Konzentration – der aktuelle Messwert der HFA-Konzentration wird permanent visualisiert – was im Gegensatz zur täglichen punktuellen Kontrolle mittels Handrefraktometer eine deutliche Verbesserung darstellt. Diese Version der RECOMATIC® ist stufenweise ausbaufähig über die Messung von pH-Wert und elektrischer Leitfähigkeit bis hin zur Regelung und Dokumentation der HFA-Konzentration. Wesentlicher Kostenvorteil zur bisherigen Ausführung ist die Verwendung von eigensicheren Sensoren, die eine Zulassung nach EXi-Standard erfolgreich bestanden haben. Eine einsatzfähige RECOMATIC® nach diesem neuen Standard wird in Kürze präsentiert werden.

Zusammenfassung

Der Schildausbau im Steinkohlenbergbau wird aus brandtechnischen Gründen mit Wasser als Hydraulikflüssigkeit betrieben. Abhängig von Art und Korrosivität des Einsatzwassers muss diesem 1 bis 3% HFA-Konzentrat zugesetzt und dieser Wert vor allem dauerhaft eingehalten werden, um den Korrosionsschutz, die Schmiereigenschaften sowie die Biostabilität im gesamten Hydrauliksystem sicherzustellen. Die bis heute üblichen Handmessungen zur Kontrolle der HFA-Konzentration vor Ort können keine lückenlose Überwachung bieten und werden der wirtschaftlichen Bedeutung des Schildausbaus nicht gerecht.

Zur Werterhaltung des Schildausbaus und zur Kostenminimierung bei Reparatur und Wartung hat die Tiefenbach Control Systems GmbH ein Online-Messsystem entwickelt, das über den aktuellen Zustand der HFA-Konzentration permanent Auskunft gibt, bei Abweichungen von der Sollkonzentration diese vollautomatisch wieder herstellt und die gemessenen Werte zur Dokumentation in einer Datenbank speichert. Mit einer korrekt eingestellten HFA-Flüssigkeit lassen sich Korrosionsschäden verhindern. Dadurch werden die Lebensdauer der Hydraulikbauteile verlängert und die Reparaturkosten minimiert. Bei dem RECOMATIC-System blickt Tiefenbach auf langjährige Erfahrungen zurück, während derer sich diese Messtechnik bewährt und etabliert hat.

Authors / Autoren

Ulrich Schmitz,
Dr. Hans-Hermann Hunfeld,
Tiefenbach Control Systems GmbH