

Digitizing Raw Material Mining – End-to-End Integration into an IIoT Platform for the Analysis of Machine Data

Using machine data and related software to identify unproductive downtimes, recognize foreseeable faults and errors or initiate suitable preventive measures, the challenges in mining remain unchanged. Many of these tasks can be mastered with the use of digitalization. However, digitalization has many dimen-

sions that need to be considered in order to implement a holistic and target-oriented solution. This applies above all to the IIoT-platform, the platform of the Internet of Things, on which interconnected hardware is linked with appropriate analytics software for machine data.

Rohstoffabbau digitalisieren – „end-to-end-Integration in die IIoT-Plattform“ für die Analyse von Maschinendaten

Mithilfe von Maschinendaten und zugehöriger Analysesoftware unproduktiven Leerlauf aufspüren, vorhersehbare Störungen erkennen oder geeignete Maßnahmen planen und einleiten, sind unverändert Herausforderungen im Bergbau. Mithilfe der Digitalisierung sind etliche dieser Aufgaben jetzt effizient lösbar. Digitalisierung hat aber viele Facetten, die es zu beachten gilt, um eine ganzheitliche und zielgerichtete Lösung umzusetzen. Dies gilt vor allem auch für die als Allzweckmittel bekannte IIoT-Plattformen (Internet of Things), auf denen vernetzte Hardware mit passender Analyse-Software für Maschinendaten verknüpft wird.

Das Vordringen der Digitalisierung in die Bergbaubranche verspricht im Vergleich zu den vergangenen Jahrzehnten erhebliche Vorteile in den Bereichen Arbeitssicherheit, Effizienz und Produktivitätserhöhung. Zahlreiche Studien belegen die Bestrebungen der Industrie, möglichst viele IIoT-Anwendungen umzusetzen und den größtmöglichen Nutzen daraus zu ziehen. Dabei beschränkt sich die Digitalisierung nicht nur auf die Anwendung verschiedener Hard- und Softwarelösungen. Der Bergbau und auch die zugehörige Zulieferindustrie stehen vielmehr zusätzlich vor einer disruptiven Umstellung ihrer Geschäftsmodelle und -prozesse.

Introduction

The advance of digitalization in the mining industry is promising significant benefits in terms of occupational safety, efficiency and increasing productivity compared to the past decades. There are numerous surveys that confirm the endeavors of the industry to implement as large a number of IIoT solutions as possible and to extract the greatest possible benefit of them. Digitalization is not limited to the use of diverse hardware and software solutions. The mining industry and its suppliers are also facing a disruptive transformation of their business models and processes.

The IIoT is one of the main factors that enables digital transformation in mining. The nearly immediate access to huge amounts of data makes real-time updates of machine data from intelligent sensors and control systems, associated environmental data, such as topographies and mining plans, possible, so that a (semi-)autonomous mining operation is within reach on your fingers tip. Digitalization is thus an impulse for both the mining companies and their equipment suppliers to adapt their whole of the value chain to the new realities.

What is end-to-end integration into an IIoT platform?

The IIoT describes the networks of physical objects and things which, embedded with sensors, electronics and connectivity, are communicating with the outside world via suitable interfaces (computers) and thus bridge the gap between the virtual data-described and the physical world. The IIoT (Industrial Internet of

Einführung

Das Vordringen der Digitalisierung in die Bergbaubranche verspricht im Vergleich zu den vergangenen Jahrzehnten erhebliche Vorteile in den Bereichen Arbeitssicherheit, Effizienz und Produktivitätserhöhung. Zahlreiche Studien belegen die Bestrebungen der Industrie, möglichst viele IIoT-Anwendungen umzusetzen und den größtmöglichen Nutzen daraus zu ziehen. Dabei beschränkt sich die Digitalisierung nicht nur auf die Anwendung verschiedener Hard- und Softwarelösungen. Der Bergbau und auch die zugehörige Zulieferindustrie stehen vielmehr zusätzlich vor einer disruptiven Umstellung ihrer Geschäftsmodelle und -prozesse.

IIoT ist dabei einer der Hauptfaktoren, der die digitale Transformation im Bergbau ermöglicht. Durch den dauerhaften Zugriff auf riesige Datenmenge werden Echtzeit-Aktualisierungen von Maschinendaten aus intelligenten Sensoren und Steuerungssystemen, zugehörige Umfelddaten, etwa über Topographien und Abbaupläne ermöglicht, sodass ein (teil-)autonomer Bergbaubetrieb in greifbare Nähe rückt. Die Digitalisierung ist somit ein Impuls für die Bergbauunternehmen und zugleich auch für deren Zulieferindustrie, ihre komplette Wertschöpfungskette an die neuen Gegebenheiten anzupassen.

Was ist end-to-end Integration in die IIoT-Plattform?

IIoT beschreibt ein Netzwerk von physischen Objekten und Dingen, die, eingebettet in Sensorik, Elektronik und Konnektivität,

Things), the industrial Internet of Things, is the extension of the network in which machines can communicate with machines and in which processes are mapped digitally.

The underlying basis for this is interconnectivity, i. e. the possibility of fast, mostly cable-free data transmission in real time from machine to machine or from machine to the network and back. This is an essential prerequisite for the (partial) automation and autonomous operation that machines and systems are able to achieve on the basis of programmed and learned algorithms in order to be able to cope with internal and external events without direct human intervention or control.

Initially "consumer"-oriented, the Internet has also very quickly qualified and developed for industrial appliances. The IIoT combines technical advances in the development of machines and systems equipped with intelligent sensors and control technology with innovations in computer and communication systems. The latter have faster and more advanced analytics as well as predictive algorithms based on machine learning.

On one platform the most different kinds of systems are being integrated. The platform thus is the infrastructure for the collecting, processing and analyzing of data. It includes both conventional and new data processing technologies such as pattern recognition, machine learning etc. and offers demand-oriented information for the different target-users. Thus, platforms can be characterized on the one hand by their data processing and valuation and on the other hand by their high scalability and reach and low transaction costs (1).

"End-to-end" refers here to the information technology direct link between the data generating source and the end user of the application of the data value chain. It also describes the use along the value chain of production; in mining, therefore, from exploration and raw material extraction to processing and beneficiation. An end-to-end solution captures and monitors the entire data processing process along the production value chain.

IoT/IIoT in mining

Due to the economic environment in the mining industry, operators are concentrating heavily on improving the use of their machines and equipment throughout the life cycle of the operations and on minimizing their production costs. After years of endeavoring to achieve efficiency and productivity through larger and more performant machines, the means of the times is digitalization (Figure 1).

According to several reports (2,3), mining companies confirm that the IoT is entering the mining industry in various respects. Around 80 % of the mining companies in the surveys are investing heavily in data analytics, artificial intelligence and a wide variety of IoT/IIoT applications, which are to be deployed by the mid-2020s. The emphasis of the applications is laid here:

- condition monitoring of machines and plants;
- predictive maintenance;
- field analysis, anomaly detection;
- remote monitoring and control;
- continuous and autonomous operations;
- quality control based on digital deposit modelling and mine planning;
- drones; and
- VR/AR visualizations (Virtual/Augmented Reality).

über geeignete Schnittstellen (Computer) mit der Außenwelt kommunizieren und damit eine Brücke schlagen zwischen der virtuellen datenbeschriebenen und der physischen Welt. IIoT (Industrial Internet of Things), das industrielle Internet der Dinge, wiederum ist die Erweiterung dieses Netzwerks, in dem Maschinen mit Maschinen kommunizieren und Prozesse digital abgebildet werden.

Grundlage hierfür ist die Interkonnektivität, d. h., die Möglichkeit schneller, zumeist kabelungebundener Datenübertragung in Echtzeit von Maschine zu Maschine oder von Maschine ins Netz und zurück. Dies ist eine wesentliche Bedingung für die vielfach angestrebte (Teil-)Automatisierung und Autonomisierung, mit der Maschinen und Anlagen auf Grundlage von programmierten und erlernten Algorithmen auf interne und externe Ereignisse reagieren können, ohne direkten Ein- oder Zugriff des Menschen.

Zunächst „Consumer“-orientiert hat sich das Internet auch sehr schnell für industrielle Anwendungen qualifiziert und entwickelt. Das IIoT kombiniert dabei die technischen Entwicklungsfortschritte bei Maschinen und Anlagen, ausgestattet mit intelligenter Sensorik und Steuerungstechnik, mit den Innovationen bei Computer- und Kommunikationssystemen, die vor allem schnellere und erweiterte Analysen sowie auf Machine-Learning basierte Vorhersage-Algorithmen ermöglicht.

Auf einer Plattform werden verschiedenste Systeme integriert. Die Plattform bildet somit die Infrastruktur für die Erfassung, Verarbeitung und Analyse von Daten, beinhaltet die konventionellen und neuen Datenverarbeitungstechnologien wie Mustererkennung, Maschine Learning etc. und bietet bedarfsorientierte Informationen für unterschiedliche Anwender an. Gekennzeichnet sind Plattformen also einerseits durch ihre Datenverarbeitung und -auswertung als auch durch die hohe Skalierbarkeit und Reichweite sowie niedrige Transaktionskosten (1).

„End-to-end“ steht hier für die informationstechnologische Direktverbindung zwischen Datenerzeugungsquelle und Endnutzer der Anwendung der Datenwertschöpfungskette. Sie steht aber auch für eine Anwendung entlang der Wertschöpfungskette des Produkts, im Bergbau somit von der Gewinnung bis zur Verarbeitung. Eine end-to-end-Lösung erfasst und überwacht den gesamten Prozess der Datenverarbeitung entlang der Wertschöpfungskette.

IoT/IIoT im Bergbau

Aufgrund des wirtschaftlichen Umfelds im Bergbau konzentrieren sich die Betreiber stark auf die Verbesserung des Einsatzes ihrer Maschinen und Anlagen entlang des Lebenszyklus des Betriebs sowie auf die Minimierung der Produktionskosten. Nach jahrelangem Bestreben, Effizienz und Produktivität durch größere und leistungsfähigere Maschinen zu erreichen, ist das Hilfsmittel der Zeit die Digitalisierung (Bild 1).

Mehreren Analysen (2,3) zufolge bestätigen Bergbauunternehmen, dass das IoT in unterschiedlichen Facetten Einzug in den Bergbau erhält. Rd. 80 % der befragten Bergbauunternehmen tätigen hohe Investitionen in Datenanalyse, Künstliche Intelligenz und verschiedenste IoT/IIoT-Anwendungen, die bis Mitte der 2020er Jahre umgesetzt werden sollen. Der Schwerpunkt der Anwendungen liegt hierbei auf:

Internet of Things

AVAILABILITY AND RELIABILITY OF ASSETS.

Know everything about your critical assets 24/7 and ensure they're always ready to deliver — whether they're connected or not. Optimize maintenance strategies, increase uptime and consistently hit peak performance.

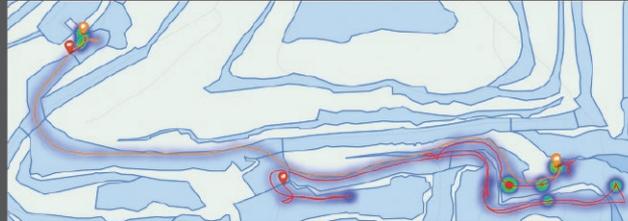


Fig. 1. The IoT provides key figures for availability and productivity.

Bild 1. IoT liefert Verfügbarkeits- und Produktivitätskennzahlen. Source/Quelle: talpasolutions

These are many different themes that can often be attributed to four fields (4):

- data and connectivity;
- advanced analytics;
- interface machine-human; and
- interface data-machine (automation).

The following focuses on the challenges facing the mining companies in the field of data and connectivity in connection with the use of mobile machinery used for extraction and transportation.

Digitalization of vehicle fleets in mining

As simple as the introduction of digitization sounds overall, the challenges for mining companies are much more concrete and lie primarily in the requirements at the beginning of the data value chain that begins with data gathering and is followed by the data processing, data analysis and visualization. The World Economic Forum (WEF) (5) publications also illustrates these challenges. Accordingly (6), three quarters of all IoT projects fail due to a limited understanding of how to effectively build solutions and implement them into daily business.

This will be demonstrated in the following by means of the equipment used in the mining operation.

Mining companies use a large number of operating assets for the extraction, transportation and processing of raw materials. Drilling equipment, machines for cutting or milling extraction, excavators and loaders, trucks and LHDs are technically complex and above all require a large investment. Downtimes, be it due to inefficient employment or due to non-optimal maintenance and servicing, are expensive. Depending on their configuration, all of them are equipped with sensors and control devices that can be used in various ways, and thus have machine data that can be utilized for condition and process monitoring, as well as for further analyzing, in order to enable optimized use of the machine.

- Zustandsüberwachung von Maschinen und Anlagen,
- vorausschauender Wartung,
- Feldanalyse, Anomalie-Erkennung,
- Fernüberwachung und -steuerung,
- kontinuierlichen und autonomen Operationen,
- Qualitätssteuerung auf Basis digitaler Lagerstättenmodellierung und Abbauplanung,
- Drohnen und
- VR/AR-Visualisierungen (Virtual/Augmented Reality).

Es handelt sich hier um viele Einzelthemen, die sich oft vier Feldern zuordnen lassen (4):

- Daten und Konnektivität,
- Advanced Analytics,
- Schnittstelle Maschine-Mensch und
- Schnittstelle Daten-Maschine (Automatisierung).

Die nachfolgenden Ausführungen fokussieren auf die Herausforderungen der Bergwerksunternehmen auf das erste Feld Daten und Konnektivität im Zusammenhang mit dem Einsatz mobiler Maschinen, die für die Gewinnung und den Transport eingesetzt werden.

Digitalisierung von Fahrzeugflotten im Bergbau

So einfach sich die Einführung der Digitalisierung insgesamt anhört, die Herausforderungen für die Bergbauunternehmen sind viel konkreter und liegen vor allem in den Erfordernissen zu Beginn der Datenwertschöpfungskette, die mit der Datenerfassung beginnt und der die Datenverarbeitung, die Datenanalyse und die Visualisierung folgen. Diese Herausforderungen verdeutlichen auch Schriften des World Economic Forum (WEF) (5). Entsprechend den hierin ausgewiesenen Analysen (6) scheitern drei Viertel alle IoT-Projekte, aufgrund eines begrenzten Verständnisses, wie man Lösungen effektiv gestaltet und in den täglichen Betrieb integriert.

Many OEMs of mining equipment have addressed these mining needs and are offering a range of supportive systems and digitization solutions. Almost every OEM now has its own on-board, partly satellite supported condition monitoring, assistance and/or fleet management systems, e.g., Cat® VisionLink® from Caterpillar (7), Komtrax™ from Komatsu (8), Caretrack from Volvo (9), OptiMine® from Sandvik (10) or Certiq from Epiroc (11).

The fleet management systems use the sensors and control systems installed to record the main operating parameters of the machines, such as operating times, delivery rates, distance travelled and fuel levels or fuel consumption. The vehicles can be located by means of various GPS systems. The on-board-displays show, among other features, idle time or malfunctions of certain components. By transferring the data to the manufacturer's own proprietary networks, it is possible to make remote diagnoses and to indicate the need for certain maintenance and servicing measures.

Mines usually have a diversified fleet of equipment from many different manufacturers. However, mine-wide, resource-independent and manufacturer-independent solutions are not yet available. Often one has to use and manually merge the different online services of the manufacturers in order to combine the desired mine-wide specific parameters for the entire vehicle fleet.

Mining equipment manufacturers are now looking for more open solutions and standardized data formats that are open to other manufacturers, similar to the construction equipment industry which uses the ISO 15143-3/AEMP (12) open data format.

End-to-end solution – data and connectivity, advanced analytics

This is where the end-to-end solution developed by talpasolutions GmbH, Gelsenkirchen/Germany together with its partner indurad GmbH (13), Aachen/Germany, comes in. In addition to the existing analytics platform, it also ensures complete and continuous data collection and transmission on the hardware side (Figure 2).

Im Folgenden soll dies anhand der für die Gewinnung eingesetzten Betriebsmittel aufgezeigt werden.

Bergbauunternehmen verwenden eine Vielzahl von Betriebsmitteln für die Gewinnung, den Transport und die Verarbeitung von Rohstoffen. Bohrgeräte, Maschinen für eine schneidende oder fräsende Gewinnung, Bagger und Ladegeräte, LKW und Fahrlader sind technisch komplex und vor allem investitionsintensiv. Stillstände, sei es durch ineffiziente Beschäftigung oder durch nicht optimale Wartung und Instandhaltung sind teuer. Sie alle verfügen je nach Ausstattung über eine wie auch immer nutzbare Sensorik und Steuergeräte und somit über Maschinendaten, die für eine Zustands- und Prozessüberwachung sowie für weitere Analysen herangezogen werden, um einen optimierten Maschineneinsatz zu ermöglichen.

Viele Hersteller von Bergbaumaschinen haben sich dieses Bedürfnisses des Bergbaus angenommen und bieten eine Reihe von unterstützenden Systemen und Lösungen zur Digitalisierung an. Fast jeder Hersteller hat inzwischen eigene on-board, teilweise satellitenunterstützte Zustandsmonitoring-, Assistenz- und/oder Flottenmanagement-Systeme im Angebot, z.B. Cat® VisionLink® von Caterpillar (7), Komtrax™ von Komatsu (8), Caretrack von Volvo (9), OptiMine® von Sandvik (10) oder Certiq von Epiroc (11).

Die Flottenmanagement-Systeme erfassen anhand der montierten Sensoren und Steuerungssysteme die wesentlichen Einsatzparameter und Kennwerte der Maschinen wie Betriebszeiten, Fördermengen, gefahrene Kilometer und Kraftstofffüllstände oder -verbräuche. Mit verschiedenen GPS-Systemen können die Fahrzeuge lokalisiert werden. Auf Bord-Displays werden u.a. Stillstände oder Fehlfunktionen bestimmter Komponenten angezeigt. Durch die Übertragung der Daten auf herstellereigene Netzwerke sind Ferndiagnosen möglich und zeigen die Notwendigkeit bestimmter Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen an.

Bergwerke verfügen meistens über eine diversifizierte Flotte von Betriebsmitteln von mehreren Herstellern. Bergwerksweite, betriebsmittelunabhängige und herstellerübergreifende Lösun-

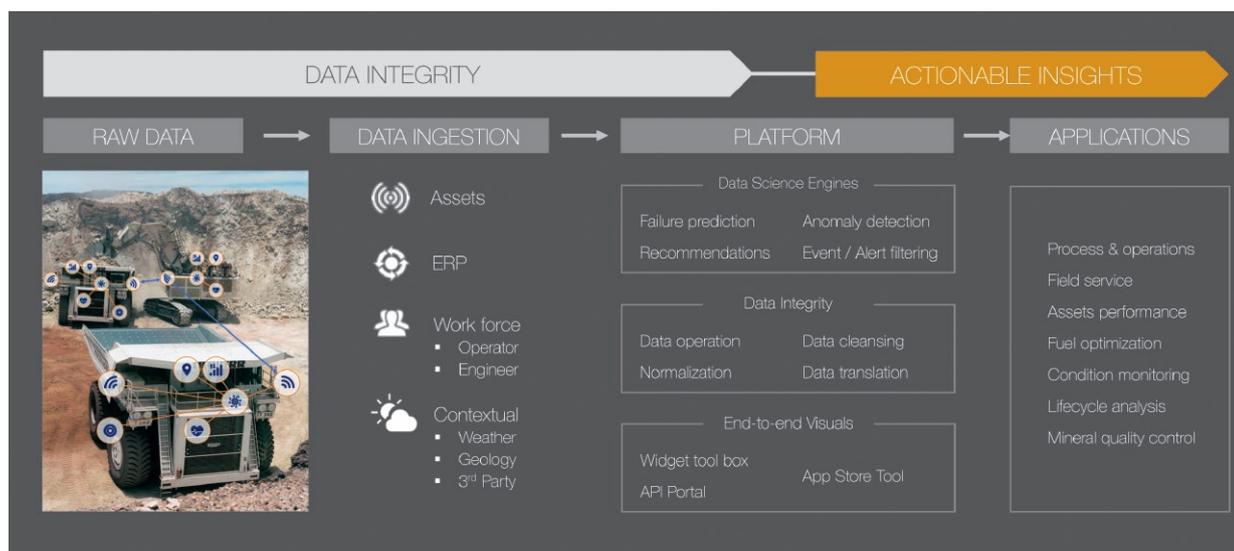


Fig. 2. End-to-end IIoT platform combines hardware and software and provides actionable insights.

Bild 2. End-to-end-IIoT-Plattform verbindet Hardware und Software und liefert Handlungsempfehlungen.

Source/Quelle: talpasolutions

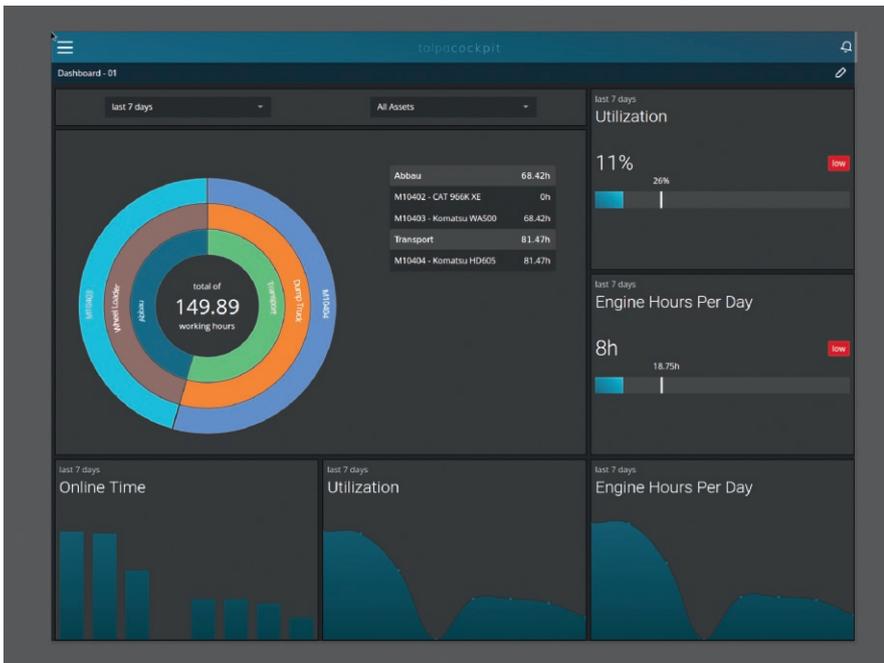


Fig. 3. A clear visualization of machine key figures. // Bild 3. Übersichtliche Visualisierung von Maschinenkennzahlen. Source/Quelle: talpasolutions

This IIoT solution, which can also be retrofitted for existing equipment, has standardized data logging via CAN bus J 1939 and thus automatically and permanently records engine and machine data in real time. The data logger is equipped with an SSD hard disk for intermediate storage of the extracted data if no data network is available and real-time transmission is not possible. In addition, the logger has optional data transmitting options via WiFi or GSM radio networks. Additional GPS antennas and sensors, such as geotags based on radar or RFID for positioning, or acceleration sensors, can be made available as required.

The actual analytics platform gathers, stores and processes the vast amounts of data. The motor and machine data of the mining machines contain time series measurements, such as pressures, temperatures and electrical currents, as well as alarm and event data. GPS data is to be added as useful. Latter do not only serve to localize the vehicle, but also to help assign subsequent process analyses to particular work cycles.

On the software side, the entire solution runs web-based, so that data storage and processing is performed automatically, scaled and thus as straight forwardly and as cost-effectively as possible. This also includes the corresponding interfaces for third-party data, which can be integrated into mine maps, geological information, and meteorological data or other operating data, such as shift reports or repair work reports.

One of the main focal points is the analysis of machine data (Figure 3) using big data analysis tools (rule-based analyses, correlation analyses, cluster analyses, learning algorithms, data science engines). Only case-specific data are used for the analyses in order to keep the amount of data to be processed low. In addition to the specialist knowledge of data analysis, the most important factor here is above all the understanding of machines and processes, i.e. the holistic interaction of data analysts and domain specialists.

gen sind aber nicht vorhanden. Oftmals müssen die unterschiedlichen online-Dienste der Hersteller genutzt und manuell zusammengeführt werden, um die gewünschten bergwerksweiten spezifischen Kennwerte für die gesamte Fahrzeugflotte zusammenzuführen.

Die Bergbaumaschinenhersteller bemühen sich zwischenzeitlich um offene Systeme und standardisierte Datenformate, die anderen Herstellern offenstehen, ähnlich der Baumaschinenindustrie mit dem offenen Datenstandard ISO 15143-3/AEMP (12).

End-to-end-Lösung – Daten und Konnektivität, Advanced Analytics

Hier setzt die von talpasolutions GmbH, Gelsenkirchen, gemeinsam mit ihrem Partner indurad GmbH (13), Aachen, entwickelte end-to-end-Lösung an. Sie stellt in Ergänzung der vorhandenen Analytics-Plattform auch hardwareseitig eine vollständige und kontinuierliche Datenerfassung und -übertragung sicher (Bild 2).

Diese auch für ältere Betriebsmittel nachrüstbare IIoT-Lösung verfügt über ein standardisiertes Datenlogging über CAN-Bus J 1939 und erfasst somit automatisiert und dauerhaft Motor- und Maschinendaten in Echtzeit. Der Datenlogger ist ausgestattet mit einer SSD-Festplatte zur Zwischenspeicherung der gewonnenen Daten, sofern kein Datennetz zur Verfügung steht und eine Übertragung in Echtzeit nicht möglich ist. Zudem verfügt der Logger wahlweise über Datenübertragungsmöglichkeiten mittels WLAN bzw. GSM-Funknetze. Zusätzliche GPS-Antennen und Sensorik, etwa Geo-Tags auf Basis von Radar oder RFID zur Positionierung, oder Beschleunigungssensoren, können je nach Notwendigkeit freigeschaltet werden.

Die eigentliche Analyse-Plattform erfasst, speichert und verarbeitet die großen Datenmengen. Die Motor- und Maschinendaten der Bergbaumaschinen beinhalten Zeitserien-Messgrößen wie Drücke, Temperaturen und elektrische Ströme sowie Alarm- und Ereignisdaten. Hinzu kommen zweckmäßigerweise GPS-Daten. Diese dienen nicht nur der Lokalisierung des Fahrzeugs, sondern helfen vielmehr, spätere Prozessanalysen einzelnen Arbeitszyklen zuzuordnen.

Softwareseitig läuft die gesamte Lösung Web-basiert, sodass Datenspeicherung und -verarbeitung automatisiert, skaliert und damit so unkompliziert und günstig wie möglich ablaufen. Hier sind auch die entsprechenden Schnittstellen für Dritt-daten, über die etwa Grubenrisse, geologische Informationen, Wetterdaten oder sonstige Betriebsdaten wie Schicht- oder Reparaturberichte integriert werden können.

Einen Schwerpunkt bilden die mittels Big Data-Analysetools (Regelbasierte Analysen, Korrelationsanalysen, Clusteranalysen, Lernalgorithmen, Data Science Engines) durchgeführten Analysen der Maschinendaten (Bild 3). Für die Analysen werden jeweils nur anwendungsfallbezogene Daten herangezogen, um die zu verarbeitende Datenmenge gering zu halten. Entscheidend ist

The analysis first provide the necessary overviews and sequences of machine performance and production indicators (KPI – Key Performance Indicators), such as utilization rates, or both absolute and specific productivity and consumables key metrics.

On the basis of the longer-term data background, the real-time sensor data can be continuously and purposefully analyzed for correlations, anomalies and trends. Deviations from the regular operation or set point status or deviations from predefined tolerancing-levels are thus detected rapidly and visualized by the software in accordance with the specific situation and then reported to the user. Of particular interest and benefit to the manufacturers of mining equipment is the systematic analysis of time series parameters such as hydraulic pressures, temperatures, peak loads as well as alarm and error data in reference to the specific operating conditions. E.g., they reveal trends and an alarming number of occurrences that could lead to a potential overload and allow early identification of appropriate measures.

Eventually, the key figures and assessments are aggregated on the platform on an user-specific perspective and brought together in user-friendly charts, diagrams, curves and maps (Figure 4). By using a customizable and intuitive and easy-to-use interface and full mobile accessibility, users get an up-to-date overview of the current state and future trends in the key productivity and efficiency figures of their machines and processes.

The development of software applications and specific data analytics are focused on the most pressing concerns of mine operators and the specific needs of end-users. The objective of the new development is to seamlessly integrate the end-to-end solution into the corresponding workflow or work process of the various user groups. User groups, such as maintenance managers, operations managers and plant engineers, thus gain an insight into the current progress of the respective operations, both in terms of the field of activity and holistically for all operations in the company group. Through current recommendations, processes can be made more efficient. In this manner, the user receives

hierbei neben dem Fachwissen zur Datenanalyse vor allem das Maschinen- und Prozessverständnis, d.h., das gesamtheitliche Zusammenwirken von Datenanalysten und Domain-Spezialisten.

Die Analysen liefern zunächst die notwendigen Übersichten und Verläufe der Maschinen- und Produktionskennzahlen (KPI – Key Performance Indicators) wie Nutzungsgrade oder absolute und spezifische Produktions- und Verbrauchskennzahlen.

Auf Basis des Langzeithintergrunds lassen sich die Echtzeit-Sensordaten kontinuierlich und gezielt auf Korrelationen, Anomalien und Trends untersuchen. Abweichungen vom Regelbetrieb oder Sollzustand oder das Abweichen von vorgegebenen Toleranzschwellen werden somit schnell identifiziert und vom System situationsgerecht visualisiert und an den Nutzer gemeldet. Interessant und von großem Nutzen vor allem für die Bergbaumaschinenhersteller ist die systematische Analyse der Zeitserienmessgrößen wie Drücke, Temperaturen, Lastspitzen sowie der Alarm- und Ereignisdaten in Bezug auf den jeweiligen Einsatz. Sie lassen beispielsweise Trends und Häufungen erkennen, die zu möglichen Überbelastungen führen und notwendige Maßnahmen frühzeitig erkennbar machen.

Schließlich werden auf der Plattform die Kennzahlen und Auswertungen nutzerbezogen aggregiert und auf die relevanten Informationen fokussiert und übersichtlich in Grafiken, Diagrammen, Kurven und Übersichtskarten zusammengestellt (Bild 4). Durch die Nutzung einer anpassbaren und intuitiven Benutzeroberfläche und die vollständige mobile Zugänglichkeit bekommen die Nutzer einen jeweils aktuellen Überblick über den derzeitigen Stand und die zukünftige Entwicklung der Produktivitäts- und Effizienzkennwerte ihrer Maschinen und Prozesse.

Die Entwicklung der Softwareapplikationen und spezifischen Datenanalysen konzentriert sich dabei auf die drängendsten Probleme der Bergwerksbetreiber und Bedürfnisse der spezifischen Nutzer. Ziel der Entwicklung ist die Integration der End-to-end-Lösung in den jeweiligen Workflow bzw. Arbeitsprozess der verschiedenen Nutzergruppen. Nutzergruppen, wie beispielsweise Wartungsverantwortliche, Management, Betriebsingenieure, erhalten so einen Einblick über die aktuellen Abläufe in den jeweiligen Betriebszuständen, und zwar sowohl spezifisch auf den Tätigkeitsbereich als auch holistisch für alle Betriebe der Unternehmensgruppe. Durch aktuelle Handlungsempfehlungen können Prozesse effizienter gestaltet werden. Nutzer erhalten damit zum richtigen Zeitpunkt alle relevanten Informationen, um schnell und kosteneffizient Entscheidungen treffen zu können.

Die Einführung und Umsetzung von solchen IIoT-Lösungen bieten gerade angesichts der Besonderheiten im Bergbau mit seinen komplexen Betriebsprozessen und den vielen variablen Einflussfaktoren ein enormes Potential für Betreiber

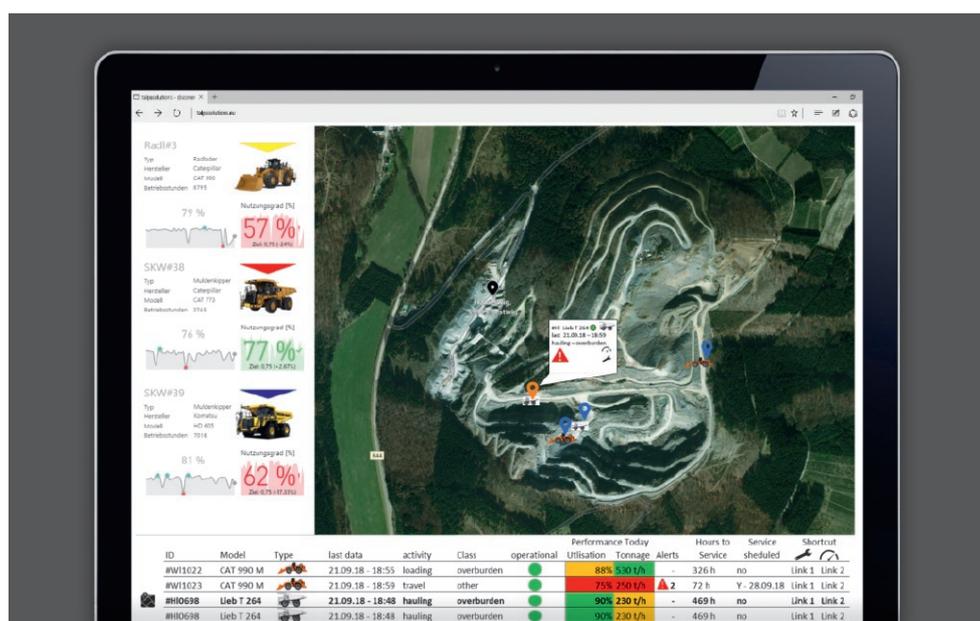


Fig. 4. Visualization of fleet key figures in maps.

Bild 4. Visualisierung von Flottenkennzahlen in Karten. Source/Quelle: talpasolutions

all relevant information at the right time in order to be able to make faster and more cost-efficient decisions.

The launch and implementation of such IIoT solutions offer a tremendous potential for operators of open pit mines and underground mines to position themselves efficiently and competitively, given the particularities of the mining industry with its complex operating processes and its many varying influencing factors.

Summary

IIoT platforms in the mining industry allow the analyzing of data that is collected in real time and provide insights and optimized recommendations for the respective users both inside and outside of the mines. By means of end-to-end solutions, machine data is integrated into web-based analytics platforms. The modular solutions are equipment-independent and cross-manufacturer applicable. They form the cornerstone for more efficient and more effective data gathering and transferring as well as subsequent data analytics to help mining operators and equipment manufacturers to optimize the performance of their machines.

References / Quellenverzeichnis

- (1) IIT-Institut für Innovation und Technik GmbH: „Eigenschaften und Erfolgsfaktoren digitaler Plattformen“. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, 03/2017.
- (2) Accenture Consulting: Progress ... and Opportunities. 2017.
- (3) EY: The digital disconnect: problem or pathway. 2017.
- (4) McKinsey: How digital innovation can improve mining productivity. Metals & Mining, Nov. 2015.
- (5) World Economic Forum (WEF): <https://www.weforum.org/projects/accelerating-the-impact-of-iiot-technologies>
- (6) CISCO Research: The Journey to IIoT Value. May 2017; <https://newsroom.cisco.com/press-release-content?articleId=1847422>.
- (7) www.cat.com

von Tagebauen und untertägigen Bergwerken, sich effizient und wettbewerbsfähig aufzustellen.

Zusammenfassung

IIoT-Plattformen im Bergbau ermöglichen die Analyse von Daten, die in Echtzeit gesammelt werden, und liefern optimierte Empfehlungen für die jeweiligen Nutzer innerhalb und außerhalb von Bergwerken. Mittels End-to-end-Lösungen werden Maschinendaten in Web-basierte Analyse-Plattformen eingebunden. Die modularen Lösungen sind betriebsmittelunabhängig und herstellerübergreifend einsetzbar. Sie bilden die wesentliche Grundlage für eine effiziente und effektive Datenerfassung und -übertragung sowie nachfolgende Datenanalysen, damit Bergbaubetreiber und Bergbaumaschinenhersteller die Leistung der Maschinen optimieren können.

- (8) www.komatsu.eu/de/komtrax
- (9) www.volvoce.com/deutschland/de-de/services/volvo-services/productivity-services/caretrack-production
- (10) www.rocktechnology.sandvik/de/produkte/automatisierung/optimine-informationsmanagementsystem/optimine-analytics
- (11) www.certiq.info
- (12) Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik: ISO Telematikdatenstandard für Baumaschinen und sein Beitrag zur Digitalisierung der Baumaschineneinsätze. München, bauma 2016.
- (13) indurad GmbH: <https://indurad.com>

Authors / Autoren

Dr.-Ing. Michael Suciu und Dipl.-Ing. Sebastian Kowitz, talpasolutions GmbH, Essen/Germany