

Digitalisation, Automation, Interoperability – Standardisation at International Level

Digitalisation, automation, interoperability – three buzzwords that are frequently used, but that often run into a dead end at the point of interoperability. The industrial sector wants to see this changed by the elimination of the barriers to interoperability. The vision of complete standardisation in digitalisation and automation is wishful thinking that will most likely never come true. Nevertheless, creating a basis for interoperability

is achievable. Standardisation must incorporate the current state of the art and take it into account in the standards. How will new technologies, trends and developments find their way into existing standards and new standardisation projects? This article provides an overview of how the mining industry is addressing the issues of automation, digitalisation and interoperability.

Digitalisierung, Automatisierung, Interoperabilität – Normung auf internationaler Ebene

Digitalisierung, Automatisierung, Interoperabilität – drei Schlagworte, die häufig verwendet werden, die aber, wenn sie umgesetzt werden, oft an der Interoperabilität scheitern. Um dies zu ändern, fordert die Industrie, die Barrieren der Interoperabilität zu beseitigen. Dass alles im Bereich der Digitalisierung und Automatisierung genormt wird, ist eine Wunschvorstellung, die sich wohl nie erfüllen wird. Was sich erreichen lässt, ist, die Basis für

die Interoperabilität zu schaffen. Die Normung hat sich den aktuellen Stand der Technik anzunehmen und in den Standards zu berücksichtigen. Wie finden die neuen Technologien, Trends und Entwicklungen Eingang in die bestehenden Normen und neue Normungsprojekte. Dieser Artikel soll einen Überblick geben, wie der Bergbau die Themen Automatisierung, Digitalisierung und Interoperabilität bearbeitet.

Introduction

Digitalisation, automation, interoperability – three buzzwords that are frequently used, but that often run into a dead end at the point of interoperability. The industrial sector wants to see this changed and is calling for the barriers to interoperability to be torn down (1). The vision of complete standardisation in digitalisation and automation is wishful thinking that will most likely never come true. Nevertheless, creating a basis for interoperability is achievable. The mining industry has advanced beyond the mere expression of the wish among operators and has launched standardisation projects dedicated to the issue.

Standardisation must incorporate the current state of the art and take it into account in the standards. How will new technologies, trends and developments find their way into existing standards and new standardisation projects? This article provides an overview of how the mining industry is addressing the issues of automation, digitalisation and interoperability.

Since the reactivation of ISO/TC 82 „Mining“ in 2012, there has been significant movement in standardisation efforts. A long series of standards has been developed by the committee alone or

Einleitung

Digitalisierung, Automatisierung, Interoperabilität – drei Schlagworte, die häufig verwendet werden, die aber, wenn sie umgesetzt werden, oft an der Interoperabilität scheitern. Um dies zu ändern, fordert die Industrie, die Interoperabilitäts-Barrieren niederzureißen (1). Dass alles im Bereich der Digitalisierung und Automatisierung genormt wird, ist eine Wunschvorstellung, die sich wohl nie erfüllen wird. Was sich erreichen lässt, ist, die Basis für die Interoperabilität zu schaffen. Im Bergbau wird von Seiten der Betreiber nicht nur der Wunsch geäußert, sondern es werden Normungsprojekte gestartet, die sich dem Thema widmen.

Die Normung hat sich den aktuellen Stand der Technik anzunehmen und in den Standards zu berücksichtigen. Wie finden die neuen Technologien, Trends und Entwicklungen Eingang in die bestehenden Normen und neue Normungsprojekte. Dieser Artikel soll einen Überblick geben, wie der Bergbau die Themen Automatisierung, Digitalisierung und Interoperabilität bearbeitet.

Seit der Reaktivierung des ISO/TC 82 „Mining“ im Jahr 2012, hat sich in der Normung viel bewegt. Eine ganze Reihe von Normen wurden durch das Gremium allein oder in Zusammenarbeit mit an-

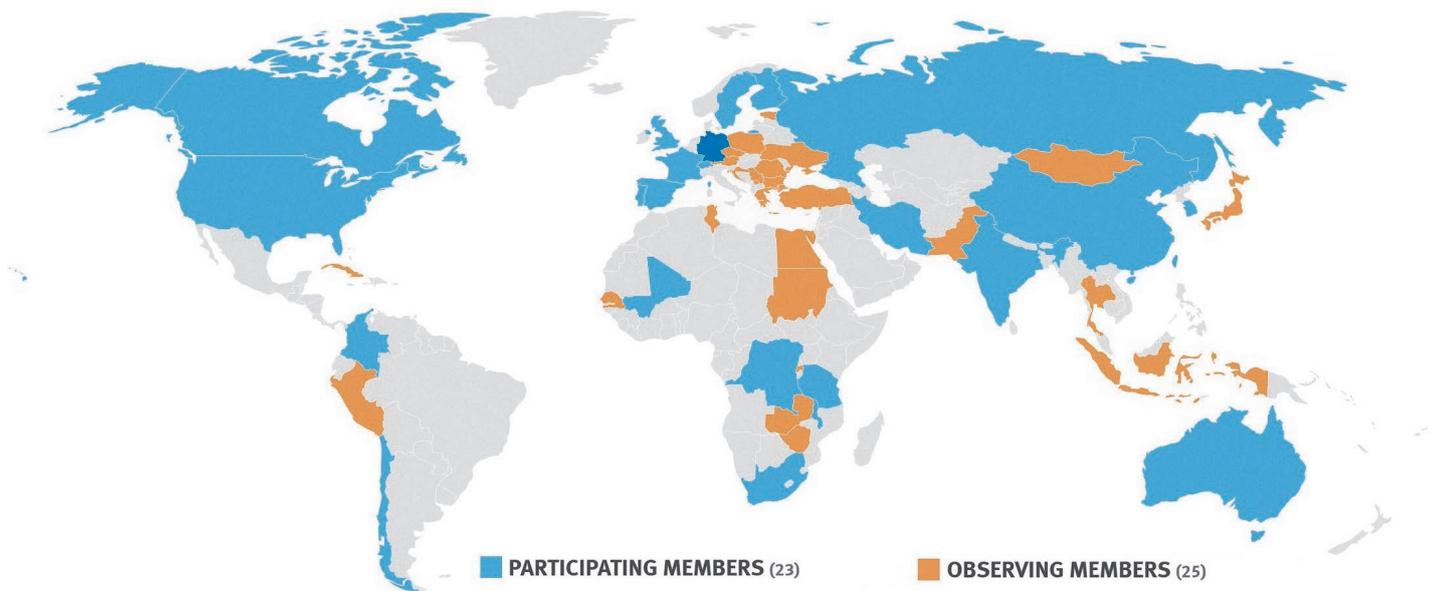


Fig. 1. Members ISO/TC 82 „Mining“ (2). // Bild 1. Mitglieder ISO/TC 82 „Mining“ (2).

in cooperation with other ISO/TCs (technical committees) or SCs (subcommittees), including in particular ISO/TC 127 “Earth-moving Machinery” and ISO/TC 195 “Building Construction Machinery and Equipment”. A total of 23 standardisation organisations are actively participating in ISO/TC 82 “Mining” and 25 are acting as observers (Figure 1). There are also two SCs on post-mining (“Mine Closure and Reclamation Management”) and on advanced automated mining systems (“Advanced Automated Mining Systems”). There are currently five active working groups (WG) in ISO/TC 82 and four active WGs in ISO/TC 82/SC 8 “Advanced Automated Mining Systems” that are collaborating with other ISO/TCs in the project work on these topics, an opportunity for experts from different ISO committees to collaborate on the projects (Figure 2).

What is ISO?

The International Organization for Standardization (ISO) is an independent, non-government international organisation that

deren ISO/TCs (Technical Committees) oder SCs (Subcommittees) erarbeitet. Hierbei ist das ISO/TC 127 „Earth-moving machinery“ und das ISO/TC 195 „Building construction machinery and equipment“ zu nennen. Insgesamt beteiligen sich im ISO/TC 82 „Mining“ 23 Standardisierungsorganisationen aktiv und 25 als Beobachter (Bild 1). Zusätzlich bestehen zwei SCs zum Nachbergbau („Mine Closure and Reclamation Management“) und zu Hochautomatisierten Bergbauausrüstungen („Advanced Automated Mining Systems“). Zurzeit sind im ISO/TC 82 fünf Arbeitskreise (Working Group – WG) aktiv, im ISO/TC 82/SC 8 „Advanced automated mining systems“ sind vier Arbeitskreise aktiv, die zusammen mit anderen ISO/TCs die Themen bearbeiten. Hierdurch arbeiten Experten aus unterschiedlichen ISO-Gremien gemeinsam an den Projekten (Bild 2).

Was ist ISO?

Die International Organization for Standardization (ISO) ist eine unabhängige, nichtstaatliche internationale Organisation, der

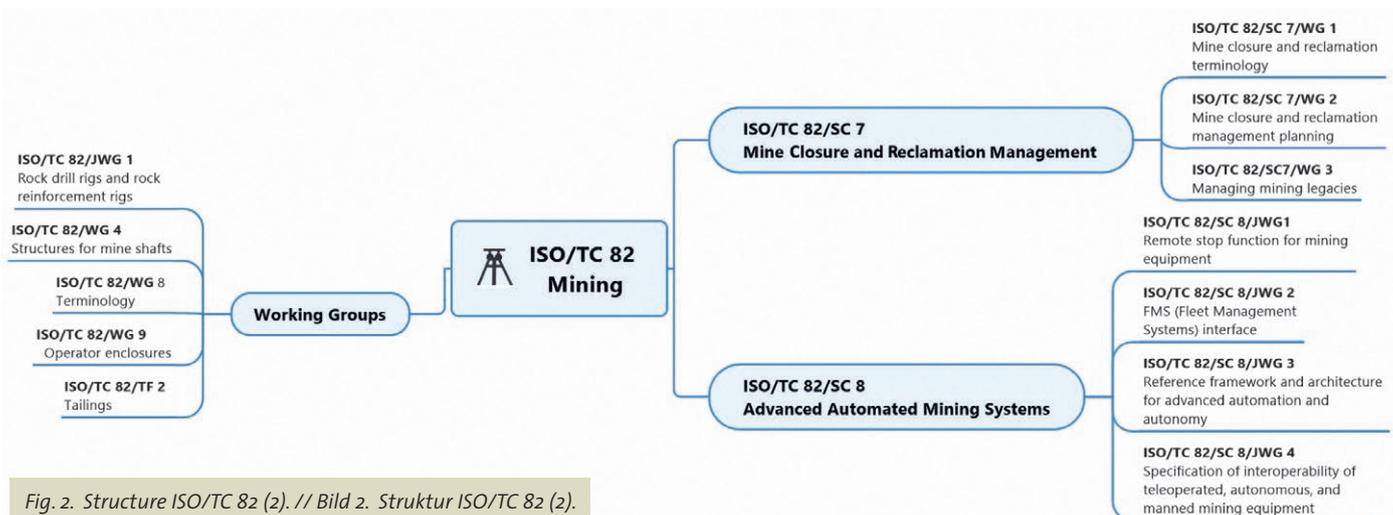


Fig. 2. Structure ISO/TC 82 (2). // Bild 2. Struktur ISO/TC 82 (2).

counts 165 national standards organisations among its members, who bring together experts to share knowledge and develop voluntary, consensus-based, market-relevant international standards that support innovation and provide solutions to global challenges. (2)

What challenges do the committees face?

At the 2017 full assembly of the ISO/TC 82 „Mining“ in Santiago de Chile, mining operators clearly expressed their opinion that interoperability constitutes the key challenge in automation. The integration of systems and devices in automation projects involves huge expenditures of time and effort because of the lack of interfaces and protocols (3). Difficulties are exacerbated because systems and machines have been procured from various suppliers at different times. Service lives of machines and systems of more than 30 years represent yet another challenge. These factors gave rise to the desire to address the issue and develop standards that would accelerate progress toward the ultimate goal of interoperability.

How has standardisation adapted to these challenges?

The challenges related to automation, Industry 4.0, autonomous machines and interoperability are not limited to mining. But the demands made on such systems and solutions by the constraints in mining reveal limits that can often be solved solely in cooperation with other committees and organisations. There is a close cooperation between the ISO committees ISO/TC 127 „Earth-moving Machinery“ and ISO/TC 195 „Building Construction Machinery and Equipment“. In addition, there are strong ties to groups such as the Canadian Global Mining Guideline Group (GMG) and the Australian Earth Moving Equipment Safety Round Table (EMESRT). These interrelationships ensure in particular that the requirements of the mine operators organised in the groups find their way into the standards.

Has anything changed in standardisation?

The reactivation of ISO/TC 82 „Mining“ in 2012 laid the foundation for the address of the topics of mobile machines underground or autonomous and semi-autonomous machines in cooperation with ISO/TC 127 „Earth-moving Machinery“. The safety of autonomous machines was a very important topic, especially for manufacturers and users in the international sector. The utilisation of autonomous machines in mining had already begun in both open pit and underground operations, and the definition of safety requirements had become urgent. The standard was issued in 2017 and set forth the safety requirements for autonomous and semi-autonomous machines. Safety criteria for the machines as well as for the associated systems and infrastructure were defined. They included standards for mining industry machines as well as earth-moving machines. In addition, both committees viewed the topic of collision avoidance and collision detection as especially important. This viewpoint led to the initiation of initial measures for the development – in cooperation with manufacturers, users and integrators/system providers – of solutions that could be used in mining and for earth-moving machinery. A particularly thorny issue was the re-

165 nationale Normungsorganisationen angehören. Über ihre Mitglieder bringt sie Experten zusammen, um Wissen auszutauschen und freiwillige, konsensbasierte, marktrelevante internationale Normen zu entwickeln, die Innovationen unterstützen und Lösungen für globale Herausforderungen bieten. (2)

Welchen Herausforderungen müssen sich die Gremien stellen?

Auf der Plenarsitzung des ISO/TC 82 „Mining“ 2017 in Santiago de Chile wurde von Seiten der Bergbaubetreiber klar artikuliert, dass das Thema Interoperabilität die wesentliche Herausforderung bei der Automatisierung darstellt. Die Anbindung von Systemen und Geräten bei Automatisierungsprojekten stellt einen hohen Aufwand dar, der aufgrund fehlender Schnittstellen und Protokolle entsteht (3). Dies wird auch noch dadurch verschärft, dass die Systeme und Maschinen von unterschiedlichen Anbietern zu unterschiedlichen Zeiten bezogen wurden. Die Lebensdauer von Maschinen und Systemen von mehr als 30 Jahren stellt hierbei noch eine weitere Herausforderung dar. Deshalb wurde der Wunsch geäußert, sich des Themas anzunehmen und Standards zu erarbeiten, um dem Ziel der Interoperabilität näher zu kommen.

Wie hat sich die Normung auf diese Herausforderungen eingestellt?

Automatisierung, Industrie 4.0, autonome Maschinen sowie Interoperabilität stellen nicht nur im Bergbau eine Herausforderung dar. Aber die Anforderungen durch die Randbedingungen im Bergbau, die an solche Systeme und Lösungen gestellt werden, zeigen Grenzen auf, die oftmals nur in Zusammenarbeit mit anderen Gremien und Organisationen gelöst werden können. Eine enge Kooperation/Zusammenarbeit besteht zwischen den ISO Gremien ISO/TC 127 Erdbaumaschinen (Earth-moving Machinery) und dem ISO/TC 195 Baumaschinen und -ausrüstungen (Building Construction Machinery and Equipment). Zusätzlich bestehen enge Verbindungen zu Gruppen wie der kanadischen Global Mining Guideline Group (GMG) und der australischen Organisation Earth Moving Equipment Safety Round Table (EMESRT). Hierdurch finden insbesondere Anforderungen der in den Gruppen organisierten Bergwerksbetreiber Eingang in die Normen.

Hat sich in der Normung etwas gewandelt?

Durch die Reaktivierung des ISO/TC 82 „Mining“ im Jahr 2012 hat man sich gemeinsam mit dem ISO/TC 127 „Earth-moving Machinery“ den Themen der mobilen Maschinen unter Tage oder auch der autonomen und semi-autonomen Maschinen angenommen. Die Sicherheit der autonomen Maschinen war speziell für Hersteller und Anwender im internationalen Bereich ein sehr wichtiges Thema. Dies lag darin begründet, dass erste Umsetzungen von autonomen Maschinen sowohl über als auch unter Tage im Bergbau erfolgten und es erforderlich war, Sicherheitsanforderungen zu definieren. Die Norm wurde 2017 veröffentlicht und legte die Sicherheitsanforderungen an autonome und teilautonome Maschinen fest. Hierbei wurden sowohl Sicherheitskriterien für die Maschinen als auch für die zugehörigen Systeme und die Infrastruktur definiert. Es werden Maschinen aus dem Bergbau als auch Erdbewegungsmaschinen berücksichtigt. Zusätzlich wurde von beiden Gremien das Thema Kollisionsvermeidung und Kollisionserkennung als besonders wichtig erachtet. Aus diesem Grund wurde mit Herstellern, Anwendern und Integratoren/Sys-

quirement that the various mobile machines could be retrofitted with such systems at a later date; the difficulties inherent in this demand should not be underestimated. The occasionally heated discussions regarding the reliability and potential limitations of such systems highlighted the difficulty of reaching a consensus among the various groups involved in the standardisation process. At the moment, the standards series ISO 21815 comprises five parts, which are in various stages of preparation. The General Requirements covered in Part 1 are in the final polling stage. Part 2 ("On-Board J1939 Communication Interface") was issued earlier this year as a technical specification. Part 3, which deals with the description of danger zones and the degree of danger, is in the polling stage within the committees. Parts 4 and 5 on hazardous areas because of movements are currently being discussed and drafted internally in the working group.

However, there have also been discussions within ISO/TC 82 "Mining" on dealing with the topics of "automation and digitalisation" in the future. At the end of the discussion process, the subcommittee SC 8 "Advanced Automated Mining Systems" was formed. The secretariat is located in Canada; its purview is standardisation in the area of highly automated and autonomous processes, technologies, equipment and systems in mining, including open pit and underground mining. At the first full assembly, the participants looked in detail at the approach and priorities of the work. It was clear to all participants that not all topics can be started and developed at the same time. As there were no previous standards, these projects began as preliminary projects that would first determine the scope and prepare the first draft. Another special feature is that work in all projects is being conducted in collaboration with at least one other ISO/TC. However, the cooperation has revealed that the processes relating to joint conduct of standardisation projects at both ISO and at the national level have their weaknesses and are in need of revision.

The process of jointly conducting a standardisation project follows specific rules. A national standards organisation proposes an idea for a new project to an ISO/TC. A poll is taken among the members of the committee to determine whether work should begin on this project. Acceptance of such a project requires at least five votes in favour from five countries plus the nomination of five experts from five countries that voted in favour. One weakness of the process is that often only one ISO/TC is involved in the poll on acceptance of the project idea even for projects that are supposed to involve various ISO/TCs. The participation of the national standards organisations in the ISO/TCs depends on national interests, so the membership can differ greatly from one ISO/TC to the next. The standardisation committees are mirrored at the national level. The activities of ISO/TC 82 are discussed in DIN, Mechanical Engineering Standards Committee (NAM) Mining Machinery Section and the activities of ISO/TC 82/SC 8 are mirrored in the Highly Automated Mining Machinery Standards Committee. Operators, manufacturers, mining authorities and employers' liability insurance associations are represented in the section. Other ISO/TCs are represented by other sections that have a

temanbietern der Anlauf genommen, Lösungen zu erarbeiten, die sowohl im Bergbau als auch von Erdbaumaschinen genutzt werden können. Insbesondere die Anforderung, dass die unterschiedlichen mobilen Maschinen auch nachträglich mit solchen Systemen nachgerüstet werden können, stellt eine nicht zu unterschätzende Anforderung dar. Dabei zeigte sich in den z. T. sehr kontroversen Diskussionen bezüglich der Zuverlässigkeit und den potentiellen Grenzen solcher Systeme, die Schwierigkeit, zu einem Konsens unter den verschiedenen beteiligten Gruppen im Normungsprozess zu gelangen. Zum jetzigen Zeitpunkt umfasst die Normenreihe ISO 21815 fünf Teile, die sich in unterschiedlichen Stadien befinden. Die Allgemeinen Anforderungen, die im Teil 1 behandelt werden, befinden sich in der Schlussumfrage. Der Teil 2 „On-Board J1939 Kommunikation Schnittstelle“ wurde dieses Jahr als Technische Spezifikation veröffentlicht. In der Komitee-internen Umfrage ist Teil 3, der sich mit der Beschreibung von Gefahrenbereichen und dem Gefahrengrad befasst. Die Teile 4 und 5 zu den Gefahrenbereichen infolge von Bewegungen, werden zurzeit intern im Arbeitskreis diskutiert und bearbeitet.

Im ISO/TC 82 „Mining“ wurde aber auch diskutiert, wie in Zukunft mit den Themen „Automation und Digitalisierung“ umgegangen werden soll. Am Ende des Diskussionsprozesses stand die Bildung des Subcommittee SC 8 „Advanced Automated Mining Systems“. Das Sekretariat liegt bei Kanada und hat als Anwendungsgebiet die Normung im Bereich der hochautomatisierten und autonomen Prozesse, Technologien, Ausrüstungen und Systeme im Bergbau, einschließlich des über- und untertägigen Bergbaus. Auf der ersten Plenarsitzung setzten sich die Teilnehmer eingehend mit der Vorgehensweise und den Prioritäten der Arbeiten auseinander. Es war allen Teilnehmern klar, dass nicht alle Themen gleichzeitig gestartet und bearbeitet werden können. Weil keine bestehenden Normen vorhanden waren, wurden diese Projekte als Vorprojekte gestartet, um zunächst den Anwendungsbereich festzulegen und den ersten Entwurf zu erstellen. Eine weitere Besonderheit ist, dass alle Projekte gemeinsam mit mindestens einem weiteren ISO/TC bearbeitet werden. Hier zeigte sich aber auch, dass die Prozesse sowohl bei ISO als auch auf nationaler Ebene bezüglich gemeinsamer Bearbeitung von Normungsprojekten Schwächen aufweisen und angepasst werden sollten.

Der Prozess der gemeinsamen Bearbeitung eines Normungsprojekts vollzieht sich nach folgenden Regeln: Die Idee für ein neues Projekt wird durch eine nationale Normungsorganisation in ein ISO/TC eingebracht. In dem Gremium wird unter den Mitgliedern eine Umfrage durchgeführt, ob dieses Projekt zur Bearbeitung angenommen werden soll. Für die Annahme zur Bearbeitung sind mindestens fünf positive Stimmen aus fünf Ländern plus die Nominierung von fünf Experten aus fünf Ländern, die positiv abgestimmt haben, notwendig. Bei Projekten, die von verschiedenen ISO/TCs bearbeitet werden sollten, zeigt sich hier als Schwäche des Prozesses, dass bei der Umfrage zur Projektidee oftmals nur ein ISO/TC involviert ist. Die Mitarbeit der nationalen Normungsorganisationen in den ISO/TCs hängt von den nationalen Interessen ab. Das bedeutet, dass sich die Mitglieder von ISO/TC zu ISO/TC stark unterscheiden können. Denn auch auf nationaler Ebene werden die Normungsgremien gespiegelt.

different composition. In consequence, the poll of project ideas does not, e.g., reach all experts who would be interested in the topic at the national level. The boundaries between the various committees and organisations are becoming increasingly blurred, especially because of the topics of automation and digitalisation. Moreover, there is an increasing need for cooperation and coordination of the crossover requirements of the many different stakeholders: manufacturers, integrators, mine operators, mining authorities, professional associations and other interested parties. Whenever ISO/TCs have decided to work together, the process continues with the conduct of polls on the drafted standards solely in the leading committee. At the national level, the national section of the leading ISO committee must notify the other national section and request comments and opinions on the drafted standard. The current procedure whereby the leading committee acts alone in taking the poll risks the second committee being left out of the comment process as there is no automatic polling. This is a missed opportunity to extend the commentary to all sections and to reach a consensus across the board.

Automation and digitalisation should also be used in mining to increase efficiency and to ensure smooth operations. However, realising the full potential of automation and digitalisation still requires quite a bit of work, which has been initiated by ISO/TC 82/SC 8. A crucial topic concerned a system for use of a single device to stop autonomous/remote-controlled mining machines in a miner's immediate proximity. This working group's members have been drawn from the Mining and Earth-moving Machinery committees. The objective is to describe a unit that is capable of stopping or securing the safe status of machines in the immediate proximity of people so that miners can approach the equipment without endangering themselves. The challenge here is to take into account the user's expectations when describing the behaviour of the overall system as well as the requirements of functional safety.

Another high-priority topic was the fleet management system with the interface to autonomous machines (Autonomous System and Fleet Management System Interoperability). The integration of the two systems, which are currently still separate, is supposed to be achieved by use of an interface that enables secure communication and data exchange between the systems. This vertical communication project – machine to higher-level system – represents an important building block for the automation efforts in mining, especially since many operators are faced with the challenge of a highly heterogeneous machine fleet and system landscape. The integration of new or even old systems/machines demands substantial expenditures because of this. More and more mine operators want to see a change in this situation, and their demands are reflected in the approach taken by this standardisation project.

The project "Specification of Interoperability of Teleoperated, Autonomous and Manned Mining Equipment" had an extraordinarily broad scope, which was modified during the work. The focus was concentrated on autonomous and semi-autonomous systems in view of ongoing projects and with the aim of reducing complexity and limiting the project scope. Consideration of remotely controlled or manually operated

Die Aktivitäten des ISO/TC 82 werden im DIN, Normenausschuss Maschinenbau (NAM) Fachbereich Bergbaumaschinen beraten und die Aktivitäten des ISO/TC 82/SC 8 werden im Normenausschuss Hochautomatisierte Bergbaumaschinen gespiegelt. In dem Fachbereich sind Betreiber, Hersteller, Bergbehörden und Berufsgenossenschaften vertreten. Andere ISO/TCs werden durch andere Fachbereiche vertreten, die eine andere Zusammensetzung aufweisen. Somit werden bei der Umfrage der Projektideen z.B. nicht alle Experten erreicht, die auf nationaler Ebene an dem Thema interessiert wären. Insbesondere durch die Themen Automation und Digitalisierung verschwimmen die Grenzen zwischen den einzelnen Gremien und Organisationen immer mehr. Hinzu kommt, dass die Notwendigkeit der Zusammenarbeit und der Koordinierung der Anforderungen der unterschiedlichen betroffenen Kreise über Fachbereiche hinweg von Herstellern, Integratoren, Bergwerksbetreibern, Bergbehörden und Berufsgenossenschaften und weiteren interessierten Kreisen zunimmt. Im weiteren Prozess, wenn ISO/TCs sich für eine gemeinsame Bearbeitung entschieden haben, erfolgen die Umfragen zu den Normenentwürfen nur in dem führenden Gremium. Auf nationaler Ebene besteht dann die Notwendigkeit, dass der nationale Fachbereich des führenden ISO-Gremiums den anderen nationalen Fachbereich informiert und um Kommentierung und Stellungnahme zum Normenentwurf auffordert. Die aktuelle Vorgehensweise, dass das führende Gremium nur die Umfragen durchführt, birgt die Gefahr, dass das weitere Gremium bei der Kommentierung nicht berücksichtigt wird, da keine automatische Abfrage erfolgt. Hiermit wird die Chance vergeben, die Kommentierung auf alle Bereiche auszudehnen und übergreifend zu einem Konsens zu gelangen.

Automatisierung und Digitalisierung sollen auch im Bergbau zur Effizienzsteigerung und zu einem reibungslosen Betrieb genutzt werden. Um das gesamte Potential der Automatisierung und Digitalisierung auszuschöpfen, sind jedoch noch einige Arbeiten notwendig, die vom ISO/TC 82/SC 8 initiiert wurden. Ein sehr wichtiges Thema war ein System zum Stoppen von autonomen/ferngesteuerten Bergbaumaschinen in der direkten Umgebung des Bergmanns mit einem einzigen Gerät. Dieser Arbeitskreis setzt sich aus Mitgliedern des Bergbaus und der Erdbaumaschinen zusammen. Ziel ist es, eine Einheit zu beschreiben, sodass es möglich ist, dass dieses System herstellerübergreifend Maschinen im direkten Umfeld der Person stoppen bzw. in einen sicheren Zustand versetzen kann, sodass sich die Bergleute, ohne sich selbst zu gefährden, diesen Maschinen nähern können. Herausforderung hierbei ist es, die Erwartungshaltung des Nutzers bei der Beschreibung des Verhaltens des Gesamtsystems und zudem die Anforderungen der funktionalen Sicherheit zu beachten.

Ein weiteres Thema mit hoher Priorität war das Flottenmanagement-System mit der Schnittstelle zu autonomen Maschinen (Autonomous System and Fleet Management System Interoperability). Die Integration der beiden zurzeit noch getrennten Systeme soll über eine Schnittstelle erfolgen, die es ermöglicht, dass die Kommunikation und der Datenaustausch zwischen den Systemen sichergestellt werden kann. Dieses Projekt der vertikalen Kommunikation – Maschine zu übergeordnetem System – stellt einen wichtigen Baustein für die Automatisierungsanstrengungen im Bergbau dar – insbesondere, da sich viele Betreiber der Herausfor-

equipment was deferred in favour of focusing on the task of integrating mining machinery from various manufacturers into a standards-compliant control system. As very different machines are in use both in open pit and underground operations, this standard will contain several chapters addressing specific machines and degrees of automation. The first step treats the transport (hauling) in open pit mining. The underground vehicles will be the subject of deliberations at a later time.

The development of a conceptual model and reference architecture to describe the requirements for interoperability of mining systems is the purview of the fourth working group of ISO/TC 82/SC 8. This standardisation project focuses on interoperability. According to the mining companies, interoperability provides the foundation for smart mining. Standards used in other industrial sectors should also be taken into account. One result is that the proposed reference architecture is based on the Industry 4.0 architecture. The working group analysed the various reference architectures from the different industrial sectors. It was important to the group that manual person-centred processes, not only digitalisation, are an integral part of mining. The motivation of the conceptual model can be described as follows:

- description of interoperability in 3-D space in the form of a “cube”;
- visualisation of open interfaces at the cube level;
- reference architecture should provide an abstraction of varying implementations of the architecture;
- description of the specific problems in mining in neutral language; and
- groundwork for the specification of interoperability among the systems.

In the course of the work, the different approaches and concepts from ISO, IEC and initiatives of outside standardisation organisations were analysed and evaluated. In addition, the issues were recorded and collected by the participants. The aim is to use this information to determine the requirements for the architecture that must be developed and to clarify what approaches should be adopted from other standards.

One of these activities under investigation is the IEC standard (IEC 62541 series) Open Platform Communications Unified Architecture, or OPC UA for short. So-called companion specifications that describe a standardised and non-proprietary exchange of data and information between components, machines and systems can be developed on the groundwork of this standard. The VDMA Mining Association, Frankfurt/M./Germany, has set up an international working group (joint working group) on the initiative of its members and the OPC Foundation. The group is supported by the Institute for Advanced Mining Technologies (AMT) at RWTH Aachen University. The development of data exchange between machines and between machines and higher-level systems such as a mine control room or a fleet management system is the responsibility of the experts in the group. Representatives from Australia, Germany, Canada and Russia are working together on the Companion Specifications Mining based on use cases. The

derung stellen müssen, einen sehr heterogenen Maschinenpark und eine sehr heterogene Systemlandschaft zu besitzen. Hierdurch ergibt sich bei der Einbindung neuer oder auch alter Systeme/Maschinen ein nicht unerheblicher Aufwand. Dies zu ändern, wird zunehmend von Seiten der Bergwerksbetreiber gefordert und spiegelt sich in dem Ansatz dieses Normungsprojekts wider.

Das Projekt “Specification of Interoperability of Teleoperated, Autonomous, and Manned Mining Equipment” hatte einen sehr breiten Anwendungsbereich, der während der Bearbeitung angepasst wurde. Aufgrund von laufenden Projekten als auch der Reduzierung der Komplexität und der Begrenzung des Umfangs, wurde der Fokus auf autonome und semi-autonome Systeme gelegt. Die Berücksichtigung von ferngesteuerten oder manuell bedienten Geräten wurde zurückgestellt, um sich auf die Aufgabe der Integration von Bergbaumaschinen unterschiedlicher Hersteller in ein normenkonformes Leitsystem zu konzentrieren. Da sehr unterschiedliche Maschinen sowohl über als auch unter Tage im Einsatz sind, wird diese Norm verschiedene Teile umfassen, die sich speziellen Maschinen und Automationsgraden annehmen werden. Zunächst wird sich des Transports (hauling) über Tage angenommen. Zu einem späteren Zeitpunkt sollen dann auch die Untertage-Fahrzeuge berücksichtigt werden.

Mit der Entwicklung eines konzeptionellen Modells und einer Referenzarchitektur zur Beschreibung der Anforderungen an die Interoperabilität von Bergbausystemen beschäftigt sich der vierte Arbeitskreis des ISO/TC 82/SC 8. Bei diesem Normungsprojekt steht die Interoperabilität im Mittelpunkt. Nach Aussage der Bergwerksunternehmen stellt die Interoperabilität die Basis für Smart Mining dar. Hierbei sollen auch Standards berücksichtigt werden, die in anderen Industriebereichen genutzt werden. Ein Ergebnis ist, dass die vorgeschlagene Referenzarchitektur sich an der Industrie 4.0-Architektur anlehnt. Hierzu hatte der Arbeitskreis die verschiedenen Referenzarchitekturen aus den unterschiedlichen Industriebereichen analysiert. Wichtig war es dem Kreis, dass nicht nur die Digitalisierung, sondern auch die manuellen personenzentrierten Prozesse ein integraler Teil im Bergbau sind. Die Motivation des konzeptionellen Modells lässt sich wie folgt beschreiben, die

- Beschreibung der Interoperabilität im 3D-Raum in Form eines “Würfels”,
- Visualisierung von offenen Schnittstellen auf der Würfelebene,
- Referenzarchitektur soll eine Abstraktion von unterschiedlichen Umsetzungen der Architektur ermöglichen,
- Beschreibung der spezifischen Probleme im Bergbau in neutraler Sprache und
- Grundlage für die Spezifikation der Interoperabilität zwischen den Systemen.

Im Rahmen der Arbeiten wurden die unterschiedlichen Ansätze und Konzepte sowohl aus den Bereichen von ISO, IEC als auch von Initiativen außerhalb der Normung analysiert und bewertet. Zusätzlich wurden die Problemstellungen von den Teilnehmern aufgenommen und gesammelt. Ziel ist es, aus diesen Informationen die Anforderungen an die zu entwickelnde Architektur abzuleiten und zu klären, welche Ansätze aus anderen Standards übernommen werden sollten.

first companion specifications are scheduled for presentation and demonstration to the professional world at bauma 2022. The aim of the activity is to create a non-proprietary, platform-independent Industry 4.0 standard key technology for mining that will enable the integration of machines and systems with one another all the way to the realisation of "Plug and Produce", paving the way for automation and digitalisation in the mining industry. (4)

As is well known, highs and lows are close neighbours. From the German perspective, a higher number of participants in international standardisation efforts would be desirable. It is understandable that participation in international standardisation meetings is a challenge for SMEs. Participation in the national committees, however, is an opportunity to obtain an overview of upcoming and ongoing standardisation projects as the work of the international committees is discussed and commented in these committees. This can ensure that the expertise available nationally is incorporated into the international standardisation projects, especially the projects on automation and digitalisation.

Eine dieser untersuchten Aktivitäten ist der IEC Standard (IEC 62541 Reihe) Open Platform Communications Unified Architecture, kurz OPC UA. Auf Basis dieses Standards können sogenannte Companion Specifications entwickelt werden, die einen standardisierten und herstellerübergreifenden Daten- und Informationsaustausch zwischen Komponenten, Maschinen und Systemen beschreiben. Der VDMA Fachverband Mining, Frankfurt/M., hat auf Initiative seiner Mitglieder und der OPC Foundation einen internationalen Arbeitskreis (Joint Working Group) ins Leben gerufen. Unterstützt wird der Kreis durch das Institute for Advanced Mining Technologies (AMT) der RWTH Aachen. Die Entwicklung des Datenaustauschs zwischen Maschinen untereinander sowie zwischen Maschine und übergeordneten Systemen, wie z. B. einer Grubenwarte oder einem Flotten-Management-System, erfolgt durch die Experten in dem Kreis. Vertreter aus Australien, Deutschland, Kanada und Russland arbeiten gemeinsam Use-Case-basiert an den Companion Specifications Mining. Zur bauma 2022 sollen die ersten Companion Specifications der Fachwelt präsentiert und demonstriert werden. Ziel der Aktivität ist es, eine herstellerübergreifende, plattformabhängige Industrie 4.0-Standard-Schlüsseltechnologie für den Bergbau zu erstellen. Dies ermöglicht dann die Integration von Maschinen und Systemen zueinander bis hin zur Realisierung von „Plug and Produce“ und ist damit Wegbereiter für die Automatisierung und Digitalisierung im Bereich Bergbau (4).

Licht und Schatten liegen bekanntlich dicht beieinander. Die Beteiligung an der internationalen Normung könnte aus deutscher Sicht zahlreicher sein. Dass die Beteiligung für mittelständische Unternehmen an internationalen Normungssitzungen eine Herausforderung darstellt, ist verständlich. Mitarbeit in den nationalen Ausschüssen ermöglicht, einen Überblick über anstehende und laufende Normungsprojekte zu erhalten, da in diesen Ausschüssen die Arbeiten der internationalen Gremien diskutiert und kommentiert werden. Damit kann sichergestellt werden, dass die national vorliegende Expertise in die internationalen Normungsprojekte einfließen, insbesondere in die Projekte zur Automatisierung und Digitalisierung.

References / Quellenverzeichnis

- (1) Gleeson, D.: Breaking down the silos. In: International Mining 2/2021.
- (2) ISO.ORG (<https://www.iso.org/about-us.html> 26.08.2021).
- (3) Clausen, E.; Sörensen, A.; Uth, F.; Mitra, R.; Lehnen, F.; Schwarze, B.: Assessment of the Effects of Global Digitalization Trends on Sustainability in Mining Part II: Evaluation of Digitalization Trends and their Effects on Sustainability in the Global Mining Sector. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 12/2020.
- (4) Hartmann, T.; Lehmann, J.; Mavroudis, F.: Automatisierung und Digitalisierung im Bergbau – OPC UA als Schlüsseltechnologie zur Interoperabilität. In: GeoResources 2/2021.

Author / Autor

Dipl.-Ing. Jörn Lehmann, Leiter Normung, VDMA Mining, Frankfurt/M.