

# TrackOps Depot – Schlanke Betriebsprozesse im Depot und Instandhaltung

## TrackOps Depot – lean operations in shunting and maintenance

Jörg Schütte | Jonas Kley | Alfons Noti

**K**omplexität und Verkehrsdichte im Bahnbetrieb nehmen stetig zu, bei gleichzeitig hohen Erwartungen an Effizienz, Sicherheit und Pünktlichkeit. Diese Weiterentwicklung kann nur erfolgreich gemeistert werden, wenn man die zugehörigen Prozesse so schlank wie möglich gestaltet. Mit der fortschreitenden Digitalisierung und Vernetzung eröffnen sich neue technische und betriebliche Möglichkeiten. Die Matterhorn Gotthard Bahn (MGBahn) setzt auf TrackOps Depot und bringt damit erstmals in der Schweiz Public-Cloud-Technologien in einem sicherheitsrelevanten Bereich der Bahninfrastruktur zum Einsatz.

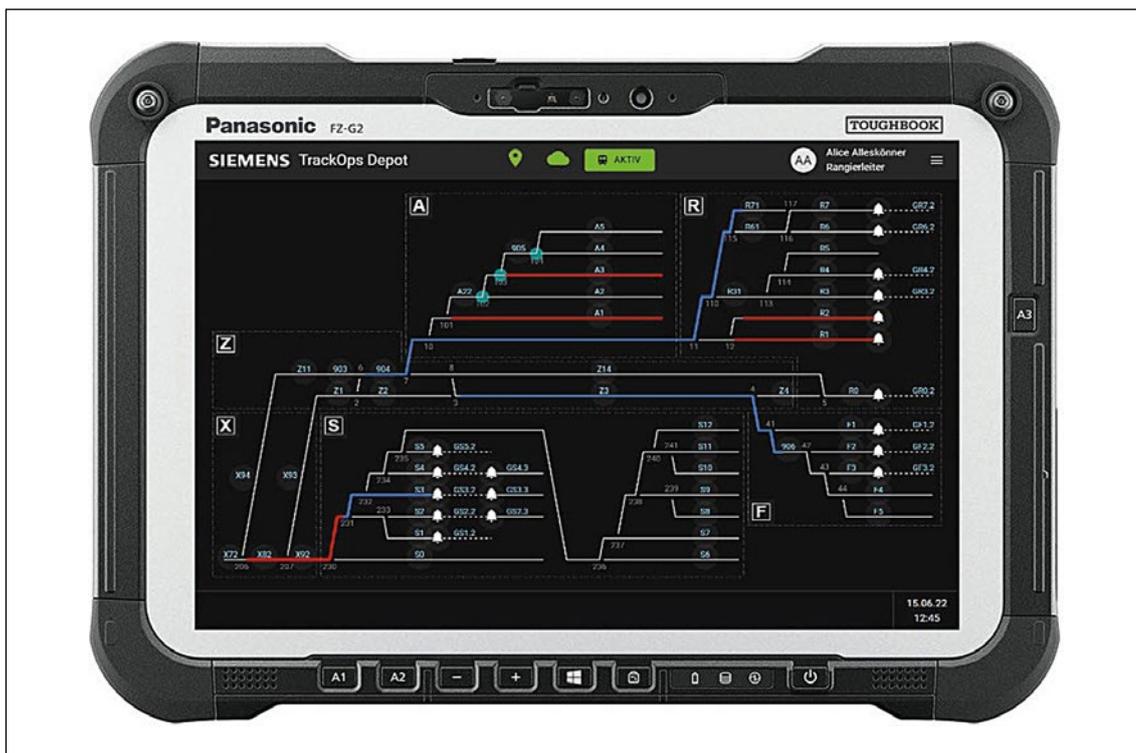
### 1 Übersicht

Controlguide® TrackOps Depot (kurz TrackOps Depot) ist eine ins Controlguide® Iltis N-Leitsystem (kurz: Iltis N) integrierte mobile Depotsteuerung, die das Bedienen von Rangierfahrstraßen und Weichen für die Durchführung von kleinen, nicht sicherheitskritischen Servicearbeiten (wie z.B. Schmieren, Enteisen, Entfernen von Steinen oder Ähnliches) erlaubt. Sie ermöglicht eine koope-

**T**he complexity and traffic density in railway operations are constantly increasing, while expectations in the areas of efficiency, safety and punctuality remain high. It will only prove possible to keep pace with these developments, if the relevant processes are designed to be as lean as possible. Advances in digitalisation and networking are opening up new technical and operating opportunities. Matterhorn Gotthard Bahn (MGBahn) has invested in TrackOps Depot, making it the first rail operator in Switzerland to use public cloud technologies in a safety-related area of railway infrastructure.

### 1 Overview

Controlguide® TrackOps Depot (TrackOps Depot for short) is a mobile depot controller integrated into the Controlguide® Iltis N control system (Iltis N for short), which allows shunting routes and points to be controlled in order to carry out minor, non-safety-critical service work (such as lubricating, de-icing, stone removal, etc.). It enables the cooperative implementation of shunt-



**Bild 1: Tablet TrackOps Depot**  
Fig. 1: A TrackOps Depot tablet

Quelle / Source:  
Siemens Mobility AG

rative Durchführung der Rangierprozesse, bringt einen Gesamtüberblick über den Betrieb und verschlankt die Kommunikationsabläufe. Nach Aktivierung des Lokalbetriebes kann der Depotbereich vom lokalen Rangierleiter, dem Rangierer oder dem Unterhaltsdienst eingesehen und – entsprechend ihren im Betriebskonzept definierten Rollen und zugewiesenen Verantwortlichkeiten – auch gesteuert werden. Das Betriebskonzept definiert die Rollen und Prozesse klar und war die Grundlage für die Erteilung der Plangenehmigungsverfügung durch das Schweizerische Bundesamt für Verkehr (BAV) (Bild 1).

### 1.1 Ausgangslage

Im Rahmen der Erneuerung des Depots Glisergrund wird das bestehende Stellwerk ersetzt. Zusätzlich erfolgen im Zuge der Anschaffung der neuen Triebzugflotte «ORION» durch die MGBahn, diverse Anpassungen im bestehenden Depot. Um die Anforderungen an die Instandhaltung erfüllen zu können, werden auch die Werkstätten der MGBahn im Glisergrund erweitert und das gesamte Gleisfeld rundum erneuert. Dies wurde als Chance zur Digitalisierung des Depotbetriebs erkannt und mit TrackOps Depot umgesetzt (Bild 2).

### 1.2 Rahmenbedingungen

TrackOps Depot wird im abgegrenzten Depotbereich eingesetzt. Dieser ist durch eine Entgleisungsvorrichtung vom übrigen Streckennetz abgetrennt. Damit und durch die nahtlose Integration in Leitsystem und Stellwerk ist die funktionale Sicherheit sichergestellt. TrackOps Depot entspricht den gängigen Standards für Sicherungsanlagen im Bahnbereich (wie EN 50126, EN 50128, EN 50129), den Standards für IT Security (IEC 62443-3-3 und IEC 62443-4-2), der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), des Schweizer Datenschutzgesetzes sowie weiterer Regeln/Vorgaben seitens Siemens Mobility im Bereich Cybersecurity. Mit den Anforderungen aus dem Bahnbetrieb, den regulativen Vorgaben sowie den Aspekten rund um Security und Safety entsteht eine Komplexität, welche mit TrackOps Depot für die Nutzer einfach gelöst wird.

ing processes, provides an overview of operations and streamlines communication procedures. Once the local operating mode has been activated, the depot area can be viewed and – depending on the defined roles and the responsibilities assigned in the operating concept – also controlled by the local foreman shunter, the shunter or the maintenance service personnel. The operating concept clearly defines the roles and processes and it constituted the basis for the issue of the planning approval by the Swiss Federal Office of Transport (FOT) (fig. 1).

### 1.1 The situation

The existing interlocking at the Glisergrund Depot is being replaced as part of renovation work. In addition, a number of diverse adaptations are being made at the existing depot following the acquisition of the new fleet of “ORION” multiple units by MGBahn. MGBahn’s workshops at Glisergrund are also being extended and the entire surrounding track area is being renovated in order to enable it to meet the maintenance requirements. This was seen as an opportunity to digitalise depot operations, which has been achieved using TrackOps Depot (fig. 2).

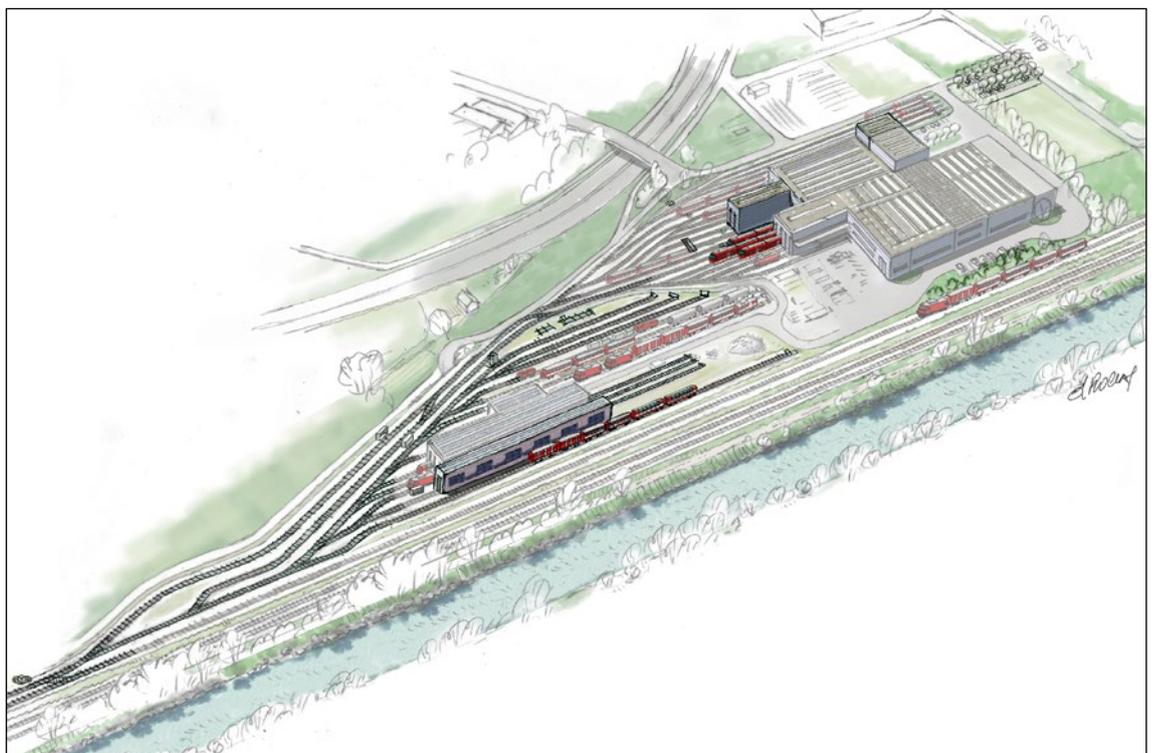
### 1.2 The boundary conditions

TrackOps Depot is used within the separate depot area. This area has been separated from the rest of the rail network by means of a derailment device. This ensures functional safety, along with its seamless integration into the control system and interlocking. TrackOps Depot complies with the current standards for signalling and safety systems in the railway sector (such as EN 50126, EN 50128 and EN 50129), the IT security standards (IEC 62443-3-3 and IEC 62443-4-2), the General Data Protection Regulation (GDPR), the Swiss Data Protection Act and other Siemens Mobility rules/specifications in the area of cybersecurity. TrackOps Depot is able to make light work of simplifying the railway operating requirements, regulatory provisions and security and safety related aspects for its users.

#### Bild 2: Übersicht Depot Glisergrund

Fig. 2: An overview of the Glisergrund Depot

Quelle / Source: matterhorngotthardbahn.ch



**1.3 Sicherungsanlage im Depot Glisergrund**

Im Depot Glisergrund wird kein Personenverkehr geführt, und es werden keine Gefahrgüter umgeschlagen. Das Depot dient im Wesentlichen als Abstellanlage sowie für den Unterhalt des Rollmaterials und den Umschlag von bahnspezifischen Gütern.

Die Innen- und Außenanlage der Sicherungsanlage werden komplett erneuert, und das bestehende Relais-Stellwerk vom Typ Domino 55 wird mit einem elektronischen Stellwerk vom Typ Simis IS modernisiert. Zusätzlich werden Zwergsignale (Sigmaguard® LED-ZS) für signalisierte Rangierfahrten installiert.

Die heute bestehende Anlagensteuerung erlaubt dem Rangierpersonal an fixen Bedienstandorten vor Ort, die Weichen entweder einzeln zu steuern oder mehrere Weichen zu einer Rangierfahrstraße gleichzeitig zu kombinieren. Nach der Erneuerung der Gesamtanlage wird es mit TrackOps Depot möglich sein, Rangierfahrstraßen durch den lokalen Rangierleiter über das mobile Bediengerät anzufordern sowie Weichenumläufe durch den Rangierdienst vorzunehmen. Somit bedarf es keiner weiteren Eingriffe aus der Betriebsleitzentrale (BLZ) durch einen Fahrdienstleiter für die Steuerung der Betriebsabläufe im Depotbereich.

**2 Bestandteile des Systems**

TrackOps Depot besteht im Wesentlichen aus drei Teilen:

1. Das Fundament des Systems bildet das bewährte Iltis N zusammen mit dem elektronischen Stellwerk Simis IS.
2. Das Herzstück der mobilen Depotsteuerung besteht aus dem TrackOps-Server, welcher in einer Public-Cloud-Umgebung zum Einsatz kommt. Dieser stellt die Kommunikation mit allen Systembestandteilen sicher und stellt die Benutzeroberfläche zur Verfügung.
3. Für die mobile und stationäre Bedienung werden handelsübliche, industrietaugliche Tablets mit einem gehärteten Betriebssystem eingesetzt. Die Bedienung und Anzeige der Depotsteuerung finden in einer browserbasierten Web-Applikation statt (Bild 3).

**2.1 Iltis N-Leitsystem**

Das Iltis N ist ein höchst zuverlässiges sowie zukunftssicheres Leitsystem, welches das gesamte Spektrum der Betriebssteuerung abdeckt. Es reicht von der lokalen Bedienung von Stellwerken vor

**1.3 The signalling and safety system at the Glisergrund Depot**

The Glisergrund Depot has no passenger transport and no hazardous materials are handled there. The depot serves essentially as a stabling yard and is used for the maintenance of rolling stock and the transshipment of railway-specific goods.

The indoor and outdoor signalling and safety system installations are being fully renovated and the existing Domino 55 relay interlockings are being upgraded with a Simis IS electronic interlocking. In addition, shunting signals (Sigmaguard® LED-ZS) are being installed for signalled shunting movements.

The existing system controller allows the shunting personnel either to control the points individually or to combine multiple points simultaneously to form a shunting route from fixed operating locations on site. Once the overall system has been renovated, TrackOps Depot will enable shunting routes to be requested by the local foreman shunter via a mobile operating device and point operations to be carried out by the shunting service. Consequently, no further interventions by a signaller from the operations control centre will be required for controlling the operations in the depot area.

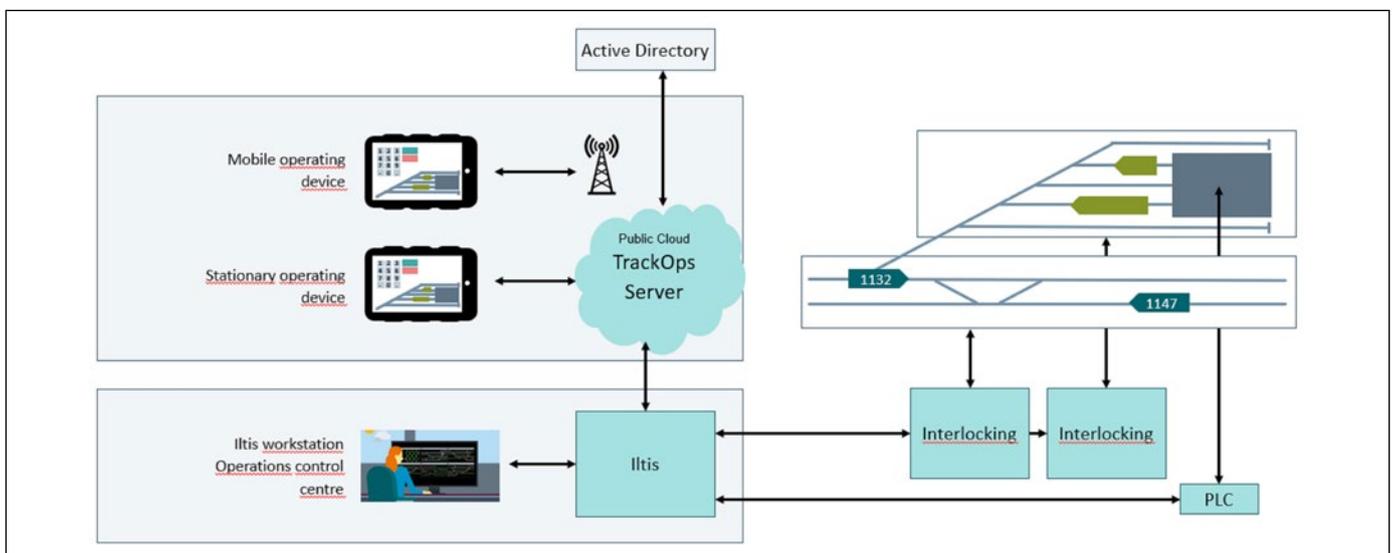
**2 The system components**

TrackOps Depot essentially comprises three parts:

1. The basis of the system is the tried-and-tested Iltis N, together with the Simis IS electronic interlocking.
2. The core element of the mobile depot controller is the TrackOps server, which is used in a public cloud environment. This ensures communication with all the system's components, as well as providing the user interface.
3. Commercially available industry-grade tablets with a hardened operating system are used for both mobile and stationary operations. The operation and depot control display take place within a browser-based web application (fig. 3).

**2.1 The Iltis N control system**

Iltis N is an extremely reliable and future-proof control system that covers the entire spectrum of operation control, ranging from the local control of the interlockings on site through to the complete automation of national rail networks.



**Bild 3: Technischer Überblick TrackOps Depot**

Fig. 3: A technical overview of TrackOps Depot

Quelle / Source: Siemens Mobility AG

Ort bis hin zur kompletten Automatisierung von landesweiten Bahnnetzen.

Unter anderem erlaubt das Iltis N Betreibern von Eisenbahninfrastrukturen ihr Schienennetz effizient zu betreiben und dessen Kapazität optimal auszunutzen. Dabei helfen umfangreiche Funktionen wie z. B. die automatische Zuglenkung, die Fahrdienstleiter von Routinetätigkeiten zu entlasten. Es ist skalierbar und kann die Anforderungen großer wie auch kleiner Bahnbetreiber passgenau erfüllen.

Iltis N ist seit mehr als 20 Jahren auf dem Schweizer Schienennetz, eines der am dichtesten befahrenen der Welt, im Einsatz. Es hat in dieser Zeit seine Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit auch in internationalem Umfeld wie beispielsweise in Österreich, Malaysia, Ungarn, Slowenien und der Slowakei eindrücklich unter Beweis gestellt. Durch eine redundante, ausfallsichere Systemarchitektur garantiert es eine maximale Verfügbarkeit.

## 2.2 TrackOps-Server

Auf dem vorgehend beschriebenen Iltis N, welches bei der MGBahn vor Ort auf dedizierter IT-Infrastruktur betrieben wird, setzt der TrackOps-Server auf. Dieser wird in der Public Cloud betrieben und kommuniziert mit dem Iltis N über eine standardisierte Schnittstelle.

Der Betrieb des TrackOps-Servers in der Public Cloud bietet viele Vorteile: Vielfach bewährte Sicherheitskonzepte aus dem Betrieb von modernen IT-Systemen werden mit spezifischen Anforderun-

Amongst other things, Iltis N enables railway infrastructure operators to operate their rail networks efficiently and to make optimum use of the rail network capacity. Wide-ranging functions such as automatic train control help to relieve signallers of routine tasks. The system is scalable and can be precisely tailored to meet the requirements of both large and small rail operators. Iltis N has been in use on the Swiss rail network, one of the busiest in the world, for more than 20 years. During that time, it has also clearly demonstrated its efficiency and reliability in other countries, for example in Austria, Malaysia, Hungary, Slovenia and Slovakia. Its redundant, failsafe system architecture guarantees maximum availability.

## 2.2 The TrackOps server

The TrackOps server is based on the aforementioned Iltis N control system, which MGBahn runs on a dedicated IT infrastructure. It operates in the public cloud and communicates with Iltis N via a standardised interface.

Operating the TrackOps server in the public cloud offers numerous advantages: tried-and-tested security concepts from the operation of cutting-edge IT systems are upgraded to meet any specific cybersecurity requirements pertaining to the operation of critical infrastructure. This results in reliable, low-maintenance operations with increased stability and improved fault tolerance. For example, if a site fails, it is possible to switch quickly to other sites as a fallback.

# Steuern, stellen, sichern.



Scheidt & Bachmann – innovative Sicherheitstechnologie seit 1872.

- Betriebsleittechnik
- Stellwerkstechnik
- Bahnübergangstechnik

gen im Bereich Cyber Security für den Betrieb von kritischen Infrastrukturen erweitert. Daraus resultiert ein sicherer und wartungsarmer Betrieb mit erhöhter Stabilität und besserer Ausfallsicherheit. Beispielsweise ist es möglich, beim Ausfall eines Standorts rasch auf andere Standorte als Rückfallebene zurückzugreifen.

Dank moderner DevOps-Ansätze im Software-Engineering wie Continuous Integration (CI) und Continuous Deployment (CD) wird die Kluft zwischen Entwicklung und Betrieb aufgelöst. Die unterschiedlichen Aufgaben rücken zusammen und ermöglichen eine Reihe von Vorteilen:

- Durchgängige Sicherheit von der Konzeption bis zum Betrieb
- automatisierte Softwaretests zur besseren Reproduzierbarkeit (Regressionstests) und breiteren Abdeckung (Test Coverage) der Anforderungen bei geringerem Aufwand
- Bereitstellung neuer Software-Builds, um neue Funktionalitäten oder Updates rasch in den Betrieb zu überführen
- standardisiertes und automatisiertes Verfahren zum Deployment der Software-Builds, damit Störungen im Ablauf vermieden werden und notwendige Korrekturmaßnahmen schneller greifen können
- Einsatz von Kubernetes als Orchestrator, um die ordnungsgemäße Konfiguration des Systems zu überwachen und defekte Konfigurationen automatisch zu ersetzen.

Alle Personendaten, die für die Authentifizierung des beteiligten Personals notwendig sind, werden gemäß den Vorgaben des Schweizer Datenschutzgesetzes sowie der DSGVO verarbeitet, und die Datensicherheit ist entsprechend den geltenden Gesetzen gewährleistet.

### 2.3 Bedienterminal

Als Bedienterminals werden für TrackOps Depot im Depot Glisergrund Panasonic Toughbook Tablets eingesetzt. Diese sind für die rauen Bedingungen konzipiert, welche im Gleisfeld vorherrschen, und gewährleisten einen zuverlässigen Einsatz. Die Tablets werden mit einem gehärteten Windows betrieben, welches die Security-Anforderungen erfüllt. Auf den Fahrzeugen erfolgt die Netzwerkanbindung der Tablets über das Mobilfunknetz mittels Private APN. Zusätzlich gibt es fix installierte Tablets im Depotbereich, welche über Ethernet an das Netzwerk angeschlossen sind. Diese werden in abschließbaren Schaltschränken vor unbefugtem Zugriff geschützt.

Zum Schutz des Systems ist die einzige Applikation auf dem Tablet ein Browser, welcher die Web-Applikation der mobilen Depotsteuerung aufruft. Die Kommunikation zwischen den Bedienterminals und dem TrackOps-Server ist durch Zertifikate gesichert. Alle Verbindungen in die Cloud sind VPN basiert. Bei einem Mobilfunknetzausfall erfolgt die Bedienung über die fix installierten Tablets. Bei einem Ausfall von TrackOps Depot können alle Bedienhandlungen auch durch den Fahrdienstleiter in der BLZ vorgenommen werden (Rückfallebene).

### 2.4 Bedienungsbeschreibung

Bei der Benutzeranmeldung wird auf die Authentifizierung des Authentifizierungssystems der MGBahn zurückgegriffen. Auf diese Weise werden Nutzerdaten, Rechte und Rollen auf einem System zentral gepflegt und werden auch nur auf diesem vorgehalten, sodass die Sicherheit dieser Daten zu jeder Zeit gewährleistet ist.

Für das Rangieren sind im Betriebskonzept die Rollen Rangierleiter und Rangierer definiert. Beiden Rollen wird die Übersicht über den Betriebszustand im Depotbereich zur Verfügung gestellt. Dem Rangierleiter ist es aber zudem möglich, Bedienhandlungen

The gap between development and operations is being closed thanks to cutting-edge DevOps initiatives in software engineering such as continuous integration (CI) and continuous deployment (CD). The various functions are moving closer together, which brings with it a number of advantages:

- security throughout the process, from the design through to the operations
- automated software tests, for better reproducibility (regression tests) and broader coverage (test coverage) of the requirements with reduced costs
- the provision of new software builds, so that new functionalities or updates can swiftly be incorporated into operations
- a standardised and automated procedure for the deployment of software builds, so that disruptions in the process can be avoided and any necessary corrective measures can be implemented more quickly
- the use of Kubernetes as an orchestrator for monitoring the proper system configuration and automatically replacing any defective configurations.

All the personal data that is necessary for authenticating the personnel involved is processed in accordance with the provisions of the Swiss Data Protection Act, as well as the GDPR, and data security is ensured in compliance with the applicable law.

### 2.3 The operator terminal

Panasonic Toughbook tablets are used as operator terminals for TrackOps Depot at the Glisergrund Depot. They are designed for the tough conditions that prevail in the trackside environment and ensure reliable use. The tablets run on a hardened Windows operating system that meets the security requirements. On vehicles, the tablets are connected via the mobile phone network by means of a private APN. In addition, tablets have been installed at fixed locations in the depot area and are connected to the network via the Ethernet. They are kept in lockable control cabinets protected against any unauthorised access.

In order to protect the system, the only application on the tablet is a browser which calls up the mobile depot controller web application. The communication between the operator terminals and the TrackOps server is secured by means of certificates. All the connections to the cloud are VPN-based. In the event of a mobile phone network failure, the operations will continue using the tablets installed at the fixed locations. If TrackOps Depot fails, all the operator actions can also be carried out by the signaller at the operations control centre (the fallback level).

### 2.4 User instructions

MGBahn's authentication system is used for authentication when a user logs in. In this way, user data, privileges and roles are centrally maintained on a system and are also held only on this system, so as to ensure the security of the data at all times.

The roles of the foreman shunter and the shunter in shunting are defined in the operating concept. Both roles have an available overview of the operating status in the depot area. However, the foreman shunter can also perform operator actions. In order to enable the foreman shunter to take active control of the depot, the signaller must first surrender their access rights to the local control of the depot in accordance with the defined procedure (the operating concept). The foreman shunter will then have the option of requesting active local control over the depot. If a foreman shunter is already actively logged in, control can be transferred either by being requested or by being surrendered. Only one person is allowed to perform operator actions in TrackOps

vorzunehmen. Um dem Rangierleiter die aktive Steuerung des Depots zu ermöglichen, muss der Fahrdienstleiter gemäß dem dafür definierten Prozess (Betriebskonzept) zunächst die Bedienhoheit über die lokale Bedienung des Depots abgeben. In der Folge hat der Rangierleiter die Möglichkeit, die aktive lokale Steuerung des Depots anzufordern. Ist bereits ein Rangierleiter aktiv angemeldet, kann die Übergabe der Bedienung erfolgen, indem sie entweder angefragt oder abgegeben wird. Bei TrackOps Depot ist es zu jedem Zeitpunkt nur einer einzigen Person erlaubt, Bedienhandlungen vorzunehmen. Damit werden die klaren Verantwortlichkeiten durch das System sichergestellt, und der sichere Betrieb wird zu jeder Zeit gewährleistet.

In der Rolle des Rangierleiters können mit TrackOps Depot Rangierfahrstraßen selbstständig eingestellt und die Torklingeln des Depotgebäudes bedient werden. Für Ausnahmefälle ist es zudem möglich, eine eingelaufene Rangierfahrstraße in Einzelteile aufzulösen. Falls eine Rangierfahrstraße aufgrund einer konkurrierenden Fahrstraße nicht eingestellt werden kann, wird die betreffende Rangierfahrstraße in den Fahrstraßenspeicher übertragen und eingestellt, sobald alle notwendigen Elemente verfügbar sind. Sollte die Abmeldung vergessen werden oder sollte ein Tablet verloren gehen, wird der Nutzer nach einer einstellbaren Zeit automatisch abgemeldet. Es ist auch jederzeit möglich, einem Nutzer bzw. einem Tablet die Berechtigung der Bedienung zu entziehen (Entzug des Zertifikates), sollte es gestohlen werden.

Für den Unterhaltungsdienst ist im Betriebskonzept von TrackOps Depot eine separate Rolle definiert. In dieser ist es möglich, Weichen oder Weichengruppen für Rangierfahrstraßen kurzfristig zu sperren und umlaufen zu lassen.

Auf der Benutzeroberfläche wird das Gleisbild des Depots inklusive der Weichenstellungen und Gleisbelegungen angezeigt. Die Anzahl der Nutzer, die nur sehen können, ist nicht begrenzt. Es ist jederzeit ersichtlich, ob die lokale Bedienung vom Fahrdienstleiter aktiviert wurde. Wie für solche Anwendungen üblich, gilt das Gleisbild als „nicht sichere Anzeige“, aus der keine sicherheitskritischen Entscheidungen abgeleitet werden dürfen. Damit die angezeigten Informationen verlässlich sind, wird eine redundante Anbindung des TrackOps-Servers an das Iltis N verwendet. Hierbei werden die eintreffenden Informationen beider Kanäle miteinander verglichen und nur dann angezeigt, wenn diese übereinstimmen.

## 2.5 Komponenten und Services

Ein Kernelement der genutzten Standardkomponenten von Drittanbietern ist das weit verbreitete Kubernetes. Dabei handelt es sich um eine Open-Source-Software, welche die Rolle des Orchestrators und damit die Bereitstellung und Verwaltung von Anwendungen oder Modulen in Instanzen übernimmt. Für diese Instanzen werden Container mit Prozessen zur Bereitstellung, Wartung und Skalierung ausgeführt. In diesen Containern können Microservices oder ganze Lösungen betrieben werden. Kubernetes verwaltet den Cluster, um die Ausfallsicherheit durch redundante Instanzen sicherzustellen. Im Anwendungsfall des TrackOps-Servers ist dies ein Amazon EC2 Cluster, welches als gemeinsame, redundante Infrastruktur genutzt wird.

Der TrackOps-Server wird auf einem schlanken und gehärteten Linux betrieben, welches von allen Instanzen als Basis genutzt wird. Der TrackOps-Server ist dabei so konzipiert, dass weitere Depots in der gleichen Umgebung betrieben werden könnten. Kubernetes stellt dafür sogenannte Namespaces zur Verfügung, welche unüberwindbare Barrieren zwischen einzelnen Instanzen aufweisen. Hierdurch können gegenseitige Beeinflussung, Rückwirkun-

Depot at any one time. This means that clear responsibilities are ensured by the system and safe operations are guaranteed at all times.

TrackOps Depot can be used in the role of the foreman shunter to set shunting routes independently and to operate the depot building's doorbells. In exceptional cases, it is also possible to divide an entered shunting route into separate sections. If a shunting route cannot be configured due to a competing route, the shunting route concerned is transferred to the route memory and configured as soon as all the necessary elements become available. If a user forgets to log out or if a tablet is lost, the user will be automatically logged out after a configurable time. It is also possible to withdraw operating privileges from a user or a tablet at any time (withdrawal of certificate), if it is stolen.

A separate role is defined for the maintenance service in the TrackOps Depot operating concept. It is possible to temporarily block and throw points or point control units for shunting routes in this role.

The user interface displays the depot's track image, including the point positions and track occupancies. The number of users who are able to view only is unlimited. It is always possible to see whether local control has been activated by the signaller. As is normal for such applications, the track image is considered to be a "non-secure display", on which safety-critical decisions must not be based. A redundant connection is used between the TrackOps server and the Iltis N control system so that the displayed information is reliable. The information incoming on both channels is compared and only displayed if it matches.



## Digitalisierung von Bahnbaustellen mittels Cloudlösung Minimel Web Uplink

- Standortunabhängige Überwachung (PC/Tablet/Smartphone)
- Kompakt, unscheinbar, nachrüstbar
- Effizienter Warnsystembetrieb
- Betriebsdaten für statistische Auswertungen



[www.schweizer-electronic.com](http://www.schweizer-electronic.com)

safety on tracks

gen und die Weiterausbreitung von Fehlfunktionen beispielsweise zwischen verschiedenen Depots ausgeschlossen werden.

Das Deployment der einzelnen Komponenten kann komplett voneinander getrennt vorgenommen werden. Somit kann man den TrackOps-Server aktualisieren, ohne die Tablets neu zu provisionieren.

Durch diese Entkoppelung wird eine hohe Flexibilität erreicht und die Sicherheit des Systems erhöht. Die Notwendigkeit für Wartungsfenster entfällt, da die genutzten Komponenten ein unterbrechungsfreies Update der Systemkomponenten ermöglichen.

### 3 Betrieb und Wartung

Um einen Betrieb von TrackOps Depot mit möglichst wenig manuellem Aufwand und Eingreifen sicherstellen zu können, wurde ein möglichst hoher Automatisierungsgrad bei der Überwachung angestrebt. Dazu werden notwendige Daten automatisiert gesammelt, gespeichert, ausgewertet und mit vorgegebenen Referenzwerten und Limits verglichen. Sollten Limits über- bzw. unterschritten werden, trifft das System – soweit möglich – automatisch Gegenmaßnahmen. So können vom System bestimmte Korrekturen von Anomalien vorgenommen werden, beispielsweise der automatisierte Umzug des Systems auf eine andere Infrastruktur im Falle eines Hardwarefehlers. Weiter ist das System in der Lage, Lastspitzen automatisiert zu brechen und so die Leistungsfähigkeit sicherzustellen.

Die Wahrscheinlichkeit, dass sich Softwarefehler durch die Continuous-Integration- und Continuous-Delivery-Prozesse unbemerkt bis ins produktive System auswirken können, ist dank der engen Verknüpfung von Entwicklung und Betrieb und auch durch automatisierte Tests als äußerst gering einzustufen. Für diesen Fall sind bei TrackOps Depot spezifische und automatisierte Mechanismen vorgesehen, welche Anomalien erkennen und Module und/oder Komponenten des Systems neu starten können, um die Funktionalität des Gesamtsystems sicher zu stellen.

Durch zielgerichtetes Reporting und Logging ist es mit dem DevOps-Konzept möglich, Rückschlüsse aus dem Betriebszustand des Produktsystems zu ziehen und dessen Gesamtzustand zu beurteilen. Falls sich Korrekturbedarf abzeichnet, kann eine Aktualisierung geplant und über die Continuous-Delivery-Pipeline rasch und unterbrechungsfrei durchgeführt werden. Oftmals kann so ein kostspieliger Einsatz in der Nacht oder an Wochenenden verhindert werden.

### 4 Fazit

Mit TrackOps Depot steht erstmals eine mobile Depotsteuerung zur Verfügung, welche Public-Cloud-Infrastrukturen und State-of-the-Art-Softwaretechnologien im sicherheitskritischen Bahnumfeld einsetzt. Bei der Konzeption der Lösung standen die einfache, selbsterklärende und zuverlässige Bedienmöglichkeit für das Rangierpersonal vor Ort sowie die nahtlose Integration mit dem Leitsystem im Vordergrund. Die bekannten Bedienkonzepte aus Iltis N wurden in der Benutzeroberfläche soweit möglich eingehalten und situationsbezogen für den Anwendungsfall im Depotbereich optimiert.

TrackOps Depot setzt Cloud-Technologien und die Möglichkeiten der Digitalisierung und Vernetzung ein, um eine kooperative Betriebsführung zwischen Fahrdienstleitern in der BLZ und dem Rangierpersonal im Depotbereich zu ermöglichen. Alle an der Betriebsführung beteiligten Rollen erhalten eine Gesamtsicht auf die Bahnanlage. Dadurch ergeben sich einfachere Abläufe und schlankere Kommunikationsprozesse, welche sowohl die Fahrdienstleiter in der

### 2.5 Components and services

Kubernetes is a core element of the standard third-party components that are used. This is open-source software which performs the role of the orchestrator, handling the deployment and management of applications or modules in instances. Containers with processes for deployment, maintenance and scaling are executed for these instances. Microservices or entire solutions can be operated in these containers. Kubernetes manages the cluster in order to ensure fault tolerance through redundant instances. In the case of the TrackOps server, this is an Amazon EC2 cluster which is used as a shared redundant infrastructure.

The TrackOps server is run on a lean and hardened Linux system, which all the instances use as their basis. The TrackOps server is designed so that additional depots could be operated in the same environment. For this purpose, Kubernetes provides what are referred to as namespaces, which have insurmountable barriers between the individual instances. In this way, the possibility of reciprocal interference, feedback effects and the spread of malfunctions, for example between different depots, can be excluded.

The individual components can be deployed completely separately from one another. Consequently, you can update the TrackOps server without reprovisioning the tablets.

This decoupling means that a high level of flexibility is achieved and the system security is increased. Maintenance windows are no longer needed, as the used components enable the continuous updating of the system components.

### 3 Operation and maintenance

The aim is the maximum possible automation of monitoring in order to ensure that TrackOps Depot can be operated with as little manual effort and intervention as possible. The data required for this is automatically collected, stored, analysed and compared with specified reference values and limits. If the limits are exceeded or not reached, the system implements automatic countermeasures, where possible. In this way, the system can correct certain anomalies: for example, it can automatically transfer the system to a different infrastructure in the event of a hardware error. The system is also able to shave load peaks, thereby ensuring performance capability.

The probability of software errors being able to have an unnoticed impact on the production system due to the continuous integration and continuous delivery processes can be classified as extremely low as a result of the close linking of development, operations and automated testing. TrackOps Depot provides specific automated mechanisms for this purpose which can detect anomalies and restart system modules and/or components, so as to ensure the functionality of the overall system.

The DevOps concept makes it possible to draw conclusions from the operating status of the live system and to assess its overall status through targeted reporting and logging. If it becomes clear that a correction is needed, an update can be quickly planned and implemented without any interruption by means of the continuous delivery pipeline. Costly intervention at night or at weekends can often be avoided in this way.

### 4 Conclusion

TrackOps Depot is the first mobile depot controller to use public cloud infrastructure and state-of-the-art software technologies in a safety-critical railway environment. The solution's design is centred around simple, self-explanatory and reliable operator

BLZ als auch die lokalen Rangierleiter und das Rangierpersonal im Depot entlasten.

Zum Einsatz kommen handelsübliche Hardware- und praxiserprobte Komponenten aus dem Softwarebereich, welche die geforderten Standards im Bereich Cybersecurity erfüllen. Die funktionale Sicherheit wird durch den modularen Aufbau der Lösung auf bewährten Stellwerken und Leitsystemen jederzeit gewährleistet. Diese Kombination stellt eine zukunftsorientierte Lösung zur Verfügung, welche die Skalierung und damit die Ausrüstung weiterer Depots ohne aufwendige Umbauten der Bahninfrastruktur ermöglicht.

Die Umsetzung von TrackOps Depot im Depot Glisergrund der MGBahn zeigt eindrücklich, wie das Potenzial von Digitalisierung und Vernetzung mittels Einsatzes von modernen Softwaretechnologien und Public-Cloud-Infrastrukturen auf einfache Art und Weise nutzbar gemacht werden kann. ■

#### AUTOREN | AUTHORS

##### Jörg Schütte

Project Manager TrackOps Depot  
Siemens Mobility AG  
Anschrift / Address: Hammerweg 1, CH-8304 Wallisellen  
E-Mail: joerg.schuette@siemens.com

##### Jonas Kley

Head of Product Management – Traffic Management Systems  
Siemens Mobility AG  
Anschrift / Address: Hammerweg 1, CH-8304 Wallisellen  
E-Mail: jonas.kley@siemens.com

##### Alfons Noti

Responsible safety device railway equipment  
Matterhorn Gotthard Bahn  
Anschrift / Address: Bahnhofplatz 7, CH-3900 Brig  
E-Mail: alfons.noti@mgbahn.ch

controls for on-site shunting personnel and seamless integration with the control system. The operating concepts that are familiar from Iltis N have been left unchanged in the user interface as far as possible and have been optimised for use in different situations in the depot area.

TrackOps Depot uses cloud technologies and the capabilities of digitalisation and networking to enable operations to be managed cooperatively between signallers in the operations control centre and the shunting personnel in the depot area. All the roles involved in operation management are provided with an overview of the railway infrastructure. This results in simpler procedures and leaner communication processes, which lighten the workload for both the signallers in the operations control centre and the local foreman shunters and shunting personnel in the depot area.

Commercially available hardware components and field-tested software components that meet the required standards in terms of cybersecurity are used. Functional security is assured at all times by the modular structure of the solution on tried and tested interlockings and control systems. This combination provides a forward-looking solution that enables scaling and thus the equipping of further depots without the need for costly modifications to the railway infrastructure.

The implementation of TrackOps Depot in MGBahn's Glisergrund depot clearly demonstrates how the potential of digitalisation and networking can readily be exploited by using state-of-the-art software technologies and public cloud infrastructure. ■

#### LITERATUR | LITERATURE

<https://www.matterhorngotthardbahn.ch/de/gliserggrund/>



## Bahnhofinfrastrukturplanung aus einer Hand - von WSP

Werden Sie Teil unseres **interdisziplinären Expertenteams** und wirken Sie in den **bedeutenden und komplexen Eisenbahninfrastrukturprojekten Deutschlands** mit.

**WSP** bietet Ihnen hervorragende Perspektiven als **Planungsingenieure** und **Projektleiter** der Gewerke **Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Elektrotechnik, Telekommunikation, Verkehrsanlagen** und **Ingenieurbauwerke**.

<b>40</b>	<b>150</b>	<b>55.300</b>
JAHRE BAHNEXPERTISE IM DEUTSCHEN MARKT	MITARBEITENDE IM BAHNSEKTOR IN DEUTSCHLAND	MITARBEITENDE WELTWEIT

[beruf.wsp.com](http://beruf.wsp.com)

**WSP Infrastructure Engineering GmbH**  
Frankfurt/Main | Berlin Braunschweig Dresden Hannover Leipzig  
[wsp-ie@wsp.com](mailto:wsp-ie@wsp.com) | [wsp.com](http://wsp.com)