

Digitale Rangierstellwerke für die Automatisierung des Betriebs in Rangier- und Nebenbereichen (Teil 2)

Digital shunting interlocking systems for automating operations in shunting and ancillary areas (Part 2)

Stefan Peiser

Digitale Rangierstellwerke sind bzgl. ihrer funktionalen Sicherheit, Leistungsfähigkeit und Verfügbarkeit auf die betrieblichen Anforderungen in Rangier- und Nebenbereichen zugeschnitten. Teil 2 dieses Beitrags, dessen 1. Teil in SIGNAL+DRAHT 12/2021 erschienen ist, beschreibt den Einsatz des Stellwerkssystems Pinmovio 400 von Pintsch zur Erneuerung der Stellwerkstechnik im Instandhaltungswerk Schaarbeek in der Nähe von Brüssel in Belgien.

1 Neue Stellwerkstechnik für das Werk Schaarbeek

Das Werk Schaarbeek dient der Instandhaltung von Elektrotriebzügen, Waggons sowie einigen Diesellokomotiven der Nationalen Gesellschaft der Belgischen Eisenbahnen SNCB. Im Zuge umfangreicher Modernisierungsmaßnahmen der gesamten Traktionswerkstatt erhielt die Pintsch GmbH den Auftrag zur Errichtung eines „Industriellen Signal-Postens“ (ISP) zur automatisierten Betriebsführung im Bereich des Werkes Schaarbeek.

Als „industriell“ werden in Belgien all jene Eisenbahninfrastrukturen bezeichnet, die nicht zum Netz der staatlichen Betreibergesellschaft Infrabel gehören, sondern von Industriebetrieben und anderen Unternehmen im Sinne von Anschlussbahnen betrieben werden.

Die Gleisanlagen des Werkes Schaarbeek waren bis zur Errichtung des ISP mit manuell-ortsgestellten Weichen ausgerüstet und werden vom Verkehrsunternehmen SNCB betrieben.

Nach Analyse und Abwägung der betrieblichen Anforderungen wurde vom Betreiber die Lösung mit einem Rangierstellwerk vom Typ Pinmovio 400 (TMC-RaStw 2.0) jener mit elektrisch ortsgestellten Weichen (EOW) vorgezogen.

Das Rangierstellwerk im Werk Schaarbeek steuert und überwacht folgende Einrichtungen:

- 87 Weichen
- 153 vereinfachte Stoppsignale
- 195 Achszählpunkte für 120 Freimeldeabschnitte
- vier Bahnübergänge mit Blinklichtern und Halbschranken
- vier Zugangsstellen zum Ein- und Aussetzen von Zweiwege-Rangierfahrzeugen (Locotrac).

2 Bildschirmbedienplatz

Für die zentralisierte Betriebsführung im Werk Schaarbeek wurde im Betriebsgebäude ein zentraler Bildschirmbedienplatz vorgesehen. Ein Reservebedienplatz befindet sich im Schalthaus der Stellwerksinnenanlage. Das Bedienplatzsystem beinhaltet insgesamt acht Flachbildschirme, von denen je zwei für das Disposystem und

Digital shunting interlocking systems are tailored to the operating requirements of shunting and ancillary areas in terms of their functional safety, performance and availability. Part 2 of this article, the first part of which was published in SIGNAL+DRAHT 12/2021, describes the deployment of the Pintsch Pinmovio 400 interlocking system in the refurbished interlocking technology at the Schaarbeek Maintenance Depot, near Brussels in Belgium.

1 New interlocking technology for the Schaarbeek Depot

The maintenance at the Schaarbeek Depot is performed on electric multiple units, wagons and some diesel locomotives belonging to the National Organisation of Belgian Railways, the SNCB. During the extensive modernisation of the entire traction workshop, Pintsch GmbH received the order for the installation of the “Industrial Signalling Post” (ISP) for the automated control of operations in and around the Schaarbeek Depot.

In Belgium, the term “industrial” refers to all railway infrastructure that does not belong to the network of the Infrabel state-owned operating company, but is operated by industrial companies and other enterprises as connected railways.

Prior to the installation of the ISP, the track infrastructure at the Schaarbeek Depot had been equipped with manual, locally operated points and operated by the SNCB transport company. After careful analysis and while taking into consideration the operating requirements, the operator decided in favour of a solution using a Pinmovio 400 (TMC-RaStw 2.0) shunting interlocking over that of electric locally operated points (ELOP).

The shunting interlocking at the Schaarbeek Depot monitors and controls the following equipment:

- 87 sets of points
- 153 simplified stop signals
- 195 axle counters for 120 track sections
- four level crossings with flashing road signals and half-barriers
- four access points for retracking and detracking road-rail shunting vehicles (LocoTrac).

2 The screen-based operating station

The main screen-based operating station for the centralised operations control at the Schaarbeek Depot is installed in the operations building. A backup operator station is located in the interlocking equipment room. The operating station's system consists of eight flat screens, two of which are used for the



Bild 1: Bedienplatzsystem des Rangierstellwerkes ISP Schaarbeek

Fig. 1: The operating station, the Schaarbeek interlocking ISP

vier für das Stellwerk genutzt werden. Bild 1 zeigt die Anordnung im Bedienraum des Stellwerkes.

Das Disposystem beinhaltet die grafische schematische Übersicht der Gleisbelegungen mit Zügen, Fahrzeugen und Wagen mit der Darstellung aller für die Disposition notwendigen Daten. Es fungiert dabei als Bindeglied und Managementsystem zur Umsetzung der digitalen Zuginformationen und Vormeldungen aus dem SAP-System der SNCB in die konkreten dispositiven Abläufe der Fahrzeuginstandhaltung.

Die im Disposystem ausgeführten virtuellen Fahrzeugbewegungen werden durch das Disposystem an das Stellwerkssystem zur Schaltung der angeforderten Fahrstraßen weitergeleitet und überwacht. Das Disposystem liest über die Schnittstelle zum Stellwerkssystem den Fortschritt der Zug- bzw. Fahrzeugbewegungen aus und zeigt dem Bediener über die grafische Benutzeroberfläche den Status der Disposition an. Der Bediener steuert im Regelfall alle Zug- und Fahrzeugbewegungen sowie Ein- und Ausfahrten über das Disposystem.

Auf den Bildschirmen des Stellwerkes sind wahlweise Übersichts- oder Lupenbilder des Gleisbereichs anwählbar.

3 Innenanlage

Die Innenanlage des Stellwerkes wurde zum größten Teil in einem zentralen Betonschaltheus untergebracht. Darüber hinaus wurden einige weiter entfernte Kabelverteilerschränke mit Schnittstellen-Controllern und I/O-Modulen ausgestattet, die über faseroptische Kabel angebunden sind. Auf diese Weise konnte trotz der ansonsten zentral aufgebauten Stellwerkstechnik gerade bei den diversen zu realisierenden Schnittstellen zu externen Einrichtungen Verkabelungsaufwand eingespart werden.

4 Außenanlage

4.1 Weichenantriebe

Als Weichenantriebe für das neue Rangierstellwerk kamen neuwertig aufgearbeitete Antriebe der belgischen Standardbauform von Infrabel zum Einsatz. Diese Antriebe verfügen über einen 400 V-Drehstrommotor und wurden im Zuge der Aufarbeitung von der sonst üblichen 7-Draht-Schaltung auf die 4-Draht-Schaltung angepasst.

dispatch system and four for the interlocking. Fig. 1 shows the configuration in the interlocking control room.

The dispatch system includes a graphic schematic overview displaying all the data required for dispatching, including the track occupancy with trains, vehicles and wagons. It acts as a link and a management system for converting digital train information and advance notifications from the SNCB's SAP system into concrete scheduling processes for vehicle maintenance.

The dispatch system forwards and monitors the virtual vehicle movements executed in the dispatch system to the interlocking system, which then sets the required routes.

The dispatch system reads the progress of train and vehicle movements from the interlocking system's interface and displays the dispatching status to the operator via the graphical user interface. The operator usually controls all the train and vehicle movements, as well as the area entries and exits via the dispatch system.

The operator can select either an overview or detailed depictions of the track area on the interlocking screens.

3 The central interlocking system

The majority of the components in the central interlocking system have been installed in a concrete equipment room. In addition, several remote cable distribution cabinets have been equipped with interface controllers and I/O modules connected via fibre optic cables. In this way, savings on cabling costs were possible, especially on the various interfaces to the external equipment that needed to be installed, despite the central location of the interlocking technology.

4 Field equipment

4.1 Point machines

Fully overhauled, refurbished point machines manufactured according to the Belgian standard from Infrabel have been deployed in the new shunting interlocking system. These drives are fitted with a 400 V, three-phase motor and were modified from the traditional 7-wire circuit to a 4-wire connection over the course of the refurbishment.

4.2 Gleisfreimeldung

Für die integrierten Achszählsysteme Pinclirio 400 (vgl. Abschnitt 4.5 in [1]) kamen bewährte Radsensoren Pinclirio 450 DSS400RE zum Einsatz, die mittels Bohrungen an die Schienen montiert werden. Diese Radsensoren detektieren den Spurkranz von Schienenrädern und sind für die zuverlässige Achszählung sämtlicher im Werk Schaarbeek verkehrender Schienenfahrzeuge einschließlich der hier verwendeten Zweibegefahrzeuge (LocoTrac) geeignet.

4.3 Lichtsignale

Zur Signalisierung von Rangierfahrten, die in Belgien als „kleine Bewegung“ bezeichnet werden, dienen zweibegriffige sog. „vereinfachte Stoppsignale“ mit je einem roten Lichtpunkt für „Stopp“ und einem gelben Lichtpunkt für „Fahrt“. Die Signalbegriffe an vereinfachten Stoppsignalen gelten grundsätzlich sowohl für kleine Bewegungen (Rangierfahrten), als auch für große Bewegungen (Zugfahrten), ohne dabei den Begriff des nächsten Signals anzukündigen. Im Werk Schaarbeek werden alle Zugbewegungen als kleine Bewegung abgewickelt, was in den örtlichen Richtlinien festgelegt und den Triebfahrzeugführern entsprechend bekannt gemacht wurde.

Um die Bauform der vereinfachten Stoppsignale optimal an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen, wurden Signalgehäuse und Abschlusscheiben einer bereits etablierten und off-the-shelf verfügbaren belgischen Bauform genutzt, für die ein spezieller LED-Einsatz konstruiert wurde. Durch Vergleichsmessungen und andere lichttechnische Untersuchungen im akkreditierten Lichtlabor von Pintsch sowie durch Probandentests vor Ort wurden die Signale für die Anforderungen des Betreibers optimiert und stehen nun als fertiges Produkt Pinluxon 350 TLs03-BE auch für zukünftige Projekte des Herstellers zur Verfügung.

Da im Signalsystem der belgischen Eisenbahnen die Position der Lichtpunkte auf dem Signalschirm Bestandteil des Signalbegriffs ist, wurde beim Design der vereinfachten Stoppsignale auf Mehrfarblichtpunkte verzichtet.

Da in der gewählten Bauform der Signalgehäuse kein ausreichender Platz zum Einbau der Lichtsteuerbaugruppen vorhanden war, wurde je eine Baugruppe vom Typ LSB01 sowie ein passendes Stromversorgungsmodul in zwei angereichten Kabelkleinverteiltern vom Typ

4.2 Train detection equipment

The tried and tested Pinclirio 450 DSS400RE wheel sensors have been used for the integrated Pinclirio 400 axle counting system (cf. section 4.5 in [1]). They are bolted to the rails through drilled holes. These wheel sensors detect any passing wheel flanges and reliably count the axles of all the rail vehicles operating in the Schaarbeek Depot, including LocoTrac road-rail vehicles.

4.3 Light signals

So-called “simplified stop signals” with one red light source for “stop” and one yellow light source for “proceed” have been used to signal the shunting movements, which are called “small movements” in Belgium. The signal aspects at the simplified stop signals are valid for small movements (shunting movements) as well as for large movements (train movements), but do not indicate the aspect of the next signal. All the train movements at the Schaarbeek Depot are treated as small movements according to the local regulations and are communicated to the train drivers accordingly.

Established, off-the-shelf Belgian signal housings and cover lenses were used in order to adapt the simplified stop signals to local requirements as smoothly as possible. However, it was necessary to design a special LED light source. These signals have been optimised to the operator’s requirements using comparative measurements and other photometric tests performed at Pintsch’s own accredited light laboratory, in addition to on-site tests, and are now available as a standard product for Pintsch’s upcoming projects: the Pinluxon 350 TLs03-BE.

Multi-coloured light sources were not considered when designing the simplified stop signals, because the position of the light sources on the signal target is an integral part of the Belgian railways’ signal concept.

There was not enough space in the selected signal housing to install the light control modules (see section 1.4.6), so the LSB01 module with a power supply module have been accommodated in two small adjacent SEW95 cable distributors. Fig. 2 shows an elevated version of the simplified stop signal.

Bild 2: Vereinfachtes Stoppsignal in hoher Bauform

Fig. 2: A simplified stop signal, elevated version



SEW95 untergebracht. Bild 2 zeigt ein solches vereinfachtes Stopp-signal in einer hohen Bauform.

4.4 Örtliche Bedieneinrichtungen

Im Bedienkonzept des Betreibers waren von Anfang an auch dezentrale Bedienmöglichkeiten durch das Werkstattpersonal vorgesehen. Damit sollen die Bediener in der Zentrale entlastet und soll die Flexibilität der Betriebsführung und beim Personaleinsatz erhöht werden.

Bestandteil der Aufgabenstellung für das digitale Rangierstellwerk waren deshalb sogenannte Fahrweg-Terminals. Es handelt sich hierbei um Bedientafeln, wie sie als Fahrwegstelltafeln aus der EOW-Technik oder als Selbstbedientafeln aus Rangierstellwerken des Herstellers bereits bekannt sind.

Aus Gründen eines standardisierten Aufbaus, der diverse Kostenvorteile bietet, wurde für die Fahrweg-Terminals ein Design gewählt, das die numerische Eingabe von Start- und Zielgleis über entsprechende Tasten ermöglicht und die Eingabe mit numerischen LED-Displays sowie weiterer LED unterstützt (Bild 3). Das sonst auf Fahrwegstelltafeln übliche schematische Gleisbild, das den Bedienern zur besseren Orientierung dient, wurde auf eine Tafel verlagert, die über der Bedieneinrichtung angeordnet ist.

Im Bereich des Werks Schaarbeek wurden insgesamt zwölf Fahrweg-Terminals eingerichtet.

Weitere örtliche Bedieneinrichtungen wurden für die Abwicklung der Ein- und Ausfahrten in Werkhallen (Bild 5) sowie für das Ein- und Aussetzen von Zweibege-Rangierfahrzeugen (Bild 7) projektiert.

5 Systemschnittstellen



Bild 3: Fahrweg-Terminal

Fig. 3: A route terminal

4.4 The local operating equipment

From the very beginning, the operating concept included decentralised operating options for the depot staff. This was intended to relieve the operators in the control centre and to increase the flexibility of operations management and staff deployment.

Therefore, so-called route terminals were included in the requirements for the digital shunting interlocking. These are control panels similar to route control panels, as they are known in electric locally operated points (ELOP) technology, or route setting panels in the manufacturer's own shunting interlocking systems.

In order to achieve standardisation, which provides a number of cost benefits, a design was chosen for the route terminals that allows the numerical input of the start and destination tracks using the corresponding push buttons and supports the input with numerical LED displays as well as further indicator LEDs (fig. 3). The schematic track layout, which is common on the other route control panels and helps the operators to better orientate themselves, has been placed on a panel located above the operating equipment.

A total of twelve route terminals have been installed at the Schaarbeek Depot.

Further local operating devices have been designed to handle workshop hall entries and exits (fig. 5) as well as the retracking and detracking of road-rail shunting vehicles (fig. 7).

5 System interfaces

5.1 The interfaces to the dispatch system

Part of the contract for the installation of the Industrial Signalling Post (ISP) at the SNCB Schaarbeek Depot involved the implementation of a dispatch system that optimally supports the depot dispatchers in the planning and execution of all the maintenance work and which, among other things, provides information on the position of the corresponding vehicles in the depot at any given time.

The operator's requirement for a high degree of automation in the system's operations has been achieved via a special software interface between the dispatch system and the interlocking's operator control system (cf. section 4.2 in [1]).

In effect, this means that the operator normally only works via the dispatch system and assigns the vehicle data automatically received from RFID readers or from the SNCB SAP system to the corresponding holding sidings or tracks using drag-and-drop. The dispatch system automatically generates the appropriate route request based on this assignment process and transfers it to the interlocking system, meaning that the route setting is fully automated.

Conversely, the dispatch system receives train running information and automatic route release data from the interlocking system and displays it as a graphic visualisation.

The operator can switch to the interlocking control system screens and operate the interlocking system directly in the case of any operating irregularities or any other necessary interventions.

5.2 The interfaces to the level crossing protection systems

A total of four level crossings (LX) at the Schaarbeek Depot have been equipped with technical protection systems. A standard Belgian design for a category 2 automatic system with

5.1 Schnittstellen zum Disposystem

Bestandteil des Auftrages für die Errichtung eines ISP im Werk Schaarbeek der SNCB war die Implementation eines Disposystems, das die Disponenten im Werk optimal in der Planung und Abwicklung aller Instandhaltungsarbeiten unterstützt und u. a. jederzeit Auskunft über die Position der entsprechenden Fahrzeuge im Werk geben kann.

Über eine spezielle Softwareschnittstelle zwischen dem Disposystem und dem Bedienplatzsystem des Stellwerks wurde die Anforderung des Betreibers nach einem hohen Automationsgrad in der Bedienung des Systems umgesetzt (vgl. Abschnitt 4.2 in [1]). Für die Betriebsführung bedeutet das, dass der Bediener im Normalfall nur das Disposystem bedient und die hier automatisch von RFID (Radio Frequency Identifikation)-Lesegeräten oder aus dem SAP-System der SNCB eingehenden Fahrzeugdaten per „drag-and-drop“ den entsprechenden Abstell- oder Arbeitsgleisen zuordnet. Aus dieser Zuordnung generiert das Disposystem automatisch die jeweilige Fahrstraßenanforderung und übergibt diese an das Stellwerkssystem. Die Fahrstraßeneinstellung erfolgt damit automatisiert.

Umgekehrt empfängt das Disposystem Informationen vom Stellwerk über den Zuglauf und die automatische Fahrstraßenauflösung und visualisiert diese entsprechend.

Im Fall von betrieblichen Besonderheiten oder notwendigen Hilfsmaßnahmen kann der Bediener auf die entsprechenden Bildschirme des Stellwerksbediensystems wechseln und dort das Stellwerk auch direkt bedienen.

5.2 Schnittstellen zu Bahnübergangsanlagen

Im Werk Schaarbeek wurden insgesamt vier Bahnübergänge (BÜ) mit einer technischen Sicherung ausgerüstet. Zum Einsatz kam eine standardisierte belgische Bauform einer automatischen Anlage der Kategorie 2 mit Blinklichtern und Halbschranken, wie in Bild 4 zu sehen.

Automatische Bahnübergänge der Kategorie 2 werden im Netz von Infrabel durch die Belegung und Freimeldung von Ankündigungszonen fahrzeugsbewirkt ein- und ausgeschaltet. Die Ankündigungszonen werden durch Freimeldeabschnitte des jeweiligen Stellwerks gebildet und mithilfe von Kommandos über eine

flashing road signals and half-barriers has been implemented, as shown in fig. 4.

Category 2 automatic LX are activated and deactivated in the Infrabel network by a vehicle occupying and then clearing the designated track sections. These designated track sections are selected from the sections monitored by the appropriate interlocking system and the information is then transmitted from the interlocking to the LX protection system via an interface: the automatic LX are always activated and deactivated by the interlocking system. In addition to the automatic LX control using the designated track sections, the LX can also be activated and deactivated by setting a route with a signal dependency or by direct intervention on the part of the interlocking operator.

In order to meet the operating requirements at the Schaarbeek Depot, the LX systems have been integrated into the signal dependency of the shunting interlocking's routes via a corresponding interface. In the case of any routes that start a relatively short distance before a level LX, all the LX in the route are immediately activated as soon as the route is set, because the start signal is also the protecting signal that covers the LX. In the case of what we call extended routes, where the signal protecting the LX is located at a greater distance beyond the start signal, the wheel sensors connected to the axle counting system are configured as approach detectors. In this way, the route can be set early on and the start signal can be set to proceed without activating the LX prematurely. The LX is subsequently activated, thus optimising the time sequence when an approaching train triggers a wheel sensor once the programmed activation time delay has elapsed. The delay is necessary, because the locations of the wheel sensors have been configured to the track sections and have not been exclusively positioned as approach detectors. The signal protecting the LX will not show the proceed aspect until the LX has been activated and has reported its secured status to the interlocking system.

The shunting interlocking system's interface has been designed by Pintsch so that no technical modifications or adaptations have had to be made to the LX technology. The functional requirements for the shunting interlocking's interface have been based on the current specifications of the Infrabel network operator.

Bild 4: BÜ-Anlage im Werk Schaarbeek

Fig. 4: A LX at the Schaarbeek Depot



Schnittstelle vom Stellwerk zur BÜ-Anlage übertragen. Die Ein- und Ausschaltung der automatischen BÜ erfolgt somit grundsätzlich durch das Stellwerk. Dies ermöglicht neben der automatischen Steuerung der BÜ über Ankündigungszonen auch eine Ein- und Ausschaltung der BÜ durch eine Fahrstraße mit Signalabhängigkeit oder direkt durch den Bediener des Stellwerks.

Um den betrieblichen Anforderungen im Werk Schaarbeek gerecht zu werden, wurden die BÜ-Anlagen über eine entsprechende technische Schnittstelle in die Signalabhängigkeit der Fahrstraßen des Rangierstellwerks eingebunden. Für Fahrstraßen, die in relativ kurzer Entfernung zum BÜ beginnen, werden die BÜ im Fahrweg sofort mit Einlaufen der Fahrstraße eingeschaltet, da hier das Startsignal bereits das den BÜ deckende Signal ist. Für sog. Langfahrstraßen, bei denen das den BÜ deckende Signal sich weit hinter dem Startsignal befindet, wurden Radsensoren der Achszählsysteme als Anrückmelder konfiguriert. Die entsprechende Fahrstraße kann damit bereits frühzeitig einlaufen und das Startsignal auf Fahrt gestellt werden, ohne dass der BÜ sofort mit eingeschaltet wird. Die Einschaltung des BÜ erfolgt dann zeitoptimal bei Annäherung des Zuges mit Befahren eines Radsensors sowie nach Ablauf einer programmierten Einschaltverzögerungszeit. Die Verzögerungszeit wurde nötig, da die Einbauorte der Radsensoren entsprechend der Freimeldeabschnitte und insofern nicht allein für die Anrückmeldung projektiert wurden. Das den BÜ deckende Signal wechselt erst dann auf Fahrt, wenn der BÜ eingeschaltet ist und seinen gesicherten Zustand an das Stellwerk gemeldet hat.

Die technische Schnittstelle des Rangierstellwerks wurde vom Hersteller so gestaltet, dass in der BÜ-Technik keine technischen Änderungen bzw. Anpassungen nötig waren. Für die funktionalen Anforderungen an die Schnittstelle im Rangierstellwerk wurden aktuelle Spezifikationen des Netzbetreibers Infrabel herangezogen.

5.3 Schnittstelle zu Nachbarstellwerken (SLOT)

Die SLOT-Schnittstelle wird im Netz der Belgischen Staatsbahnen vom Netzbetreiber Infrabel für den Zugangsschutz bei Fahrten in bzw. aus angrenzenden Bereichen genutzt.

Im Bereich des Werkes Schaarbeek der SNCB wird die SLOT-Schnittstelle nur für Einfahrten aus dem Netz von Infrabel in den Bereich des ISP benutzt. Ausfahrten werden ohne sicherungstechnische Schnittstellen durch betriebliche Maßnahmen und mit Unterstützung der Betriebsleittechnik (Train Descriptor System – Zugnummernmeldeanlage) gesteuert.

Die Gestaltung der technischen Schnittstelle erfolgte auch hier so, dass keine Anpassungen an der Stellwerkstechnik der angrenzenden Bereiche nötig waren. Auch hier wurden aktuelle Spezifikationen des Netzbetreibers Infrabel verwendet.

Die Abgabe der Zustimmung an das benachbarte Stellwerk, hier die Betriebsstelle Brüssel-Nord Posten 8 von Infrabel, wird im Rangierstellwerk davon abhängig gemacht, dass eine entsprechende Fahrstraße für die Einfahrt in den Werksbereich vom Startsignal an der Bereichsgrenze in ein Zielgleis des entsprechenden Bündels eingestellt und verschlossen wurde. Mit der Fahrtstellung des Startsignals wird die Zustimmung im Regelfall automatisch abgegeben. Eine manuelle Abgabe der Zustimmung ist als Rückfallebene ebenfalls vorgesehen.

5.4 Schnittstellen für Ein- und Ausfahrten in Werkstatthallen

Das Instandhaltungswerk Schaarbeek verfügt über verschiedene Werkstatthallen, in die Schienenfahrzeuge ein- und ausfahren müssen. Hierzu ist u.a. aus Gründen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes die Zustimmung einer verantwortlichen Person in



Bild 5: Hallenstelltafel für die Nahbereichssteuerung

Fig. 5: The shed control panel for local control

5.3 The interface to the neighbouring interlocking systems (SLOT)

The Infrabel network operator uses the SLOT interface in the Belgian State Railways network to access protection for movements into or out of any adjacent areas.

The SLOT interface is only used at the SNCB's Schaarbeek Depot for movements from the Infrabel network into the ISP area. Exit movements are controlled without any safety-related interfaces by means of operating procedures and with the support of the operations control technology (the Train Descriptor System).

This technical interface has also been designed to ensure that no adaptations to the interlocking technology in the adjacent areas are necessary. Here, too, the Infrabel network operator's current specifications have been used.

The transfer of the acceptance to a neighbouring interlocking in the shunting interlocking system, in this case to Infrabel's Brussels-North Post 8, is dependent on a corresponding route being set and locked for movement into the depot area from the start signal at the area boundary to a destination track in the corresponding bundle (slotting). Acceptance is normally given automatically along with the proceed aspect at the start signal. A manual acceptance transfer has also been provided as a fallback.

5.4 The interfaces for movements into and out of the sheds

The Schaarbeek Maintenance Depot has various sheds that rail vehicles need to enter and exit. Occupational health and safety considerations, amongst other things, require the acceptance of the person in charge in the shed before any movements in order to ensure that no members of staff are endangered.

Due to the special operating requirements at the Schaarbeek Depot, the operator specified that the movements into and out of the shed tracks should always, and exclusively, be controlled

der Halle notwendig, die vor einer Fahrbewegung sicherstellt, dass keine Personen gefährdet werden können.

Aufgrund der speziellen betrieblichen Anforderungen im Werk Schaarbeek wurde vom Betreiber spezifiziert, dass Fahrten in die bzw. aus den Hallengleisen grundsätzlich und ausschließlich durch die jeweils verantwortliche Person vor Ort gesteuert werden sollen. Dazu wurden im Rangierstellwerk spezielle Nahbereichssteuerungen eingerichtet, in denen das Personal vor Ort über örtliche Bedieneinrichtungen, sog. „Hallenstelltafeln“ die Hallenfahrten steuern können. Die Bedienung erfolgt analog dem Standard von Fahrwegstelltafeln mittels Schlüsseltaster und Drucktasten. Über die Stellwerkslogik ist sichergestellt, dass keine weiteren Rangierfahrten in die Gleise vor den Hallentoren eingestellt werden können, solange eine Nahbereichssteuerung aktiv ist (Gegenfahrtschutz).

Vor den Hallengleisen befindliche Signale für die Halleneinfahrten werden mit Einstellung der Nahbereichssteuerung entsprechend auf Fahrt gestellt. Für Ausfahrten sind „Signale“ auf den Hallenstelltafeln als Symbole mit entsprechenden LED nachgebildet. Bild 5 zeigt eine solche Hallenstelltafel.

Technische Schnittstellen für Abhängigkeiten der Nahbereichssteuerungen zu Personenschutz- und anderen Einrichtungen in den Werkhallen sind derzeit nicht eingerichtet, wurden aber für zukünftige Nachrüstungen vorbereitet.

5.5 Schnittstellen zum Ein- und Aussetzen von Zweiwege-Rangierfahrzeugen

Im Werk Schaarbeek der SNCB werden zum Rangieren von Waggonen und anderen Schienenfahrzeugen, die nicht aus eigener Kraft rangieren können, Zweiwege-Rangierfahrzeuge, sog. LocoTracs, eingesetzt. Ziel ist es hier, diese Rangiermittel möglichst flexibel an beliebigen Orten des Werks einsetzen zu können, ohne mit diesen selbst Rangierstraßen und Weichen zu blockieren. Zweiwegefahrzeuge zum Rangieren zu nutzen ist deshalb in vielen Instandhaltungswerken und Depots das betrieblich-technische Mittel der Wahl.

Der Wechsel dieser Fahrzeuge vom Gleis auf die Straße und umgekehrt stellt für die automatische Gleisfreimeldung mit Achs-

by the appropriate responsible person on site. Special local control modes, which enable on-site personnel to control the shed movements via local operating points known as “shed control panels”, have been set up in the shunting interlocking system to achieve this goal. The operations are similar to standard route control panels using key push switches and pushbuttons. The interlocking logic ensures that no further shunting routes can be set on the tracks in front of the shed gates as long as the local control is active (opposing movement protection).

Signals located in front of the shed tracks to protect the shed entrances are set to proceed in compliance with the commands from the local shed control panels. When exiting, the “signals” are simulated on the shed control panels as symbols with corresponding LEDs. Fig. 5 shows a typical shed control panel.

Technical interfaces for the dependencies between the local controls and personnel protection and the other equipment located in the depot sheds have not currently been implemented, but preparations have been more for extensions in the near future.

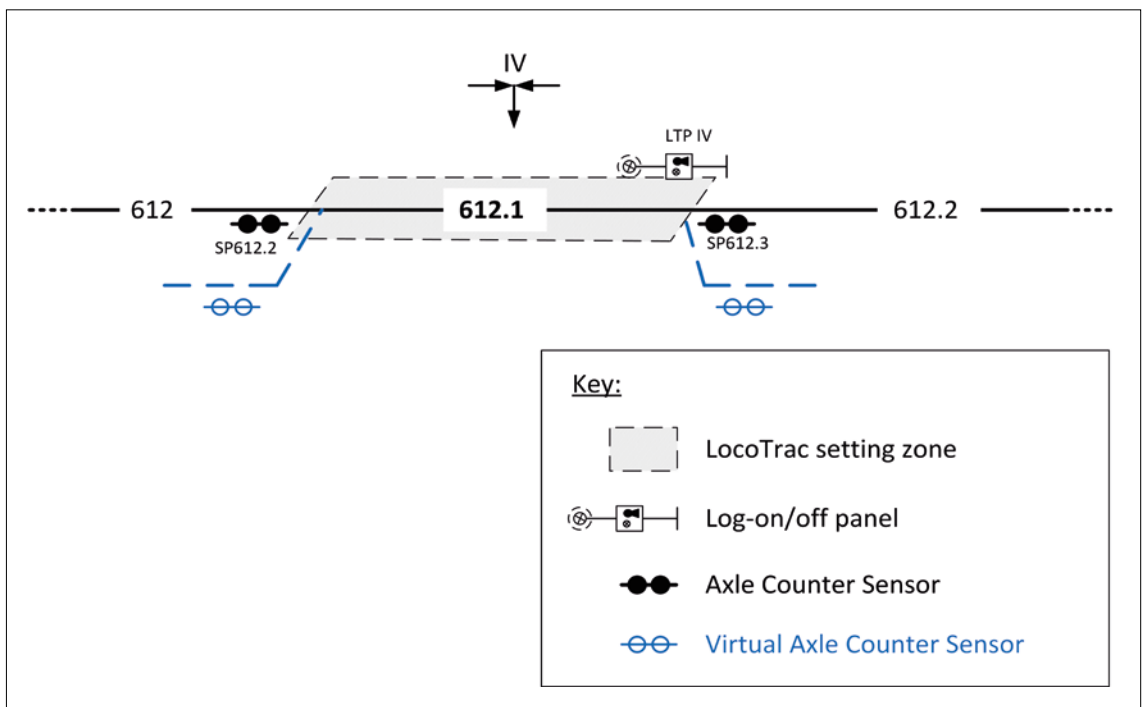
5.5 The interfaces for retracking and detracking road-rail shunting vehicles

LocoTrac road-rail shunting vehicles are used at SNCB’s Schaarbeek Depot to shunt wagons and other rail vehicles that cannot be moved under their own power. The aim here is to enable the use of these shunting vehicles as flexibly as possible at any location in the depot without them blocking any shunting routes and points. The use of road-rail vehicles for shunting is therefore the operating means of choice in many maintenance workshops and depots.

Transferring these vehicles from the track to the road and vice versa poses a problem for automatic train detection systems using axle counters, since it is necessary to ensure that the axle counting logic does not register any faults caused by “phantom axles” when employing this technology. Incorrect axle counts can lock the axle counting system by counting out axles after a LocoTrac has been retracked into a clear section (“minus axles”). If a LocoTrac has been retracked into a section in which

Bild 6: LocoTrac-Zone mit virtuellen Zählpunkten

Fig. 6: A LocoTrac zone with virtual counting points



zählssystemen ein Problem dar, da bei diesem Prinzip sicherzustellen ist, dass die Achszähllogik nicht durch sog. „Fehlachsen“ gestört wird. Fehlachsen können das Achszählsystem blockieren, indem nach dem Einsetzen eines LocoTrac in einen freigemeldeten Abschnitt Achsen ausgezählt werden (sog. „Minusachsen“). Wurde ein LocoTrac in einen Abschnitt eingesetzt, in dem sich schon weitere Fahrzeuge (Achsen) befinden, so kann bei der Ausfahrt aus dem Abschnitt eine vorzeitige Freimeldung zu einer Gefährdung führen.

Zur Lösung dieses Problems wurden für das Ein- und Aussetzen der LocoTrac spezielle Gleisabschnitte (Zonen) mit niveaugleichem Straßenzugang geschaffen, in denen das Ein- und Aussetzen kontrolliert erfolgen kann. Diese LocoTrac-Zonen verfügen jeweils über einen eigenen Achszählabschnitt, der mit zusätzlichen virtuellen Zählpunkten ausgestattet ist (vgl. Bild 6). Bei virtuellen Zählpunkten handelt es sich um digitale Ausgänge des Stellwerksrechners, die über eine einfache Hardwareschnittstelle mit Radsensoreingängen eines Achszählabschnitts verbunden sind und in diesen per Befehl (virtuelle) Achsen ein- und auszählen können.

Die betriebliche Abwicklung der Ein- und Aussetzvorgänge erfolgt im Werk Schaarbeek über örtliche Bedieneinrichtungen, die LocoTrac-Terminals (LTT). Hierbei handelt es sich um Bedientafeln mit jeweils einem Schlüsseltaster für jeden im Werk eingesetzten LocoTrac, über den dieser eindeutig identifiziert werden kann. Bild 7 zeigt eine solche Zone zum Ein- und Aussetzen der LocoTracs.

Zum Einsetzen des LocoTrac meldet sich der Fahrer am LTT an, in dem er mit seinem Schlüssel das LTT einschaltet und anschließend die Log-on-Taste für die jeweilige Einsetzrichtung drückt. Im Stellwerk wird dadurch eine Kurzfahrstraße aus der LocoTrac-Zone in das gewählte Nachbargleis eingestellt, und gleichzeitig werden zwei virtuelle Achsen in den Abschnitt der LocoTrac-Zone eingezählt. Durch die Belegung des Achszählabschnittes sowie durch die verschlossene Kurzfahrstraße selbst ist in der Stellwerkslogik sichergestellt, dass keine anderen (feindlichen) Fahrstraßen in das Gleis der Einsetzstelle eingestellt werden können. Mithilfe einer Warn-Blitzleuchte auf dem Mast der LTT-Bedienstation wird dem LocoTrac-Führer signalisiert, dass das Einsetzen erfolgen kann. Er kann nun von der Straße in den Gleisabschnitt einsetzen und diesen in der zuvor gewählten Richtung verlassen. Über die Blitzleuchte werden gleichzeitig alle anderen Verkehrsteilnehmer der Umgebung gewarnt. Die zuvor in die LocoTrac-Zone eingezählten zwei virtuellen Achsen werden nun als physische Achsen ausgezählt, der Abschnitt freigemeldet, die Blitzleuchte abgeschaltet und die Kurzfahrstraße automatisch aufgelöst.

Zum Aussetzen auf die Straße wird vom Stellwerksbediener zunächst eine Fahrstraße mit Ziel LocoTrac-Zone eingestellt. Diese Fahrstraße kann von einem Startsignal aus oder als Kurzfahrstraße aus einem benachbarten Abstellgleis eingestellt werden. Mit Einstellung dieser Fahrstraße wird die Warn-Blitzleuchte auf dem Mast des LTT eingeschaltet, und damit werden andere Verkehrsteilnehmer der Umgebung gewarnt. Nun rangiert der LocoTrac-Führer sein Fahrzeug in die entsprechende LocoTrac-Zone, setzt vom Gleis auf die Straße aus und fährt den LocoTrac auf einen vorgesehenen Parkplatz in der Nähe des LTT. Damit ist sichergestellt, dass der LocoTrac profilfrei ausgesetzt hat. Der LocoTrac-Führer bedient nun das LTT mit dem entsprechenden Schlüssel und bestätigt durch Drücken der Log-off-Taste, dass der LocoTrac die Zone profilfrei geräumt hat. Aus dem Achszählabschnitt der Zone werden nun zwei virtuelle Achsen ausgezählt, der Ab-



Bild 7: LocoTrac-Terminal

Fig. 7: A LocoTrac terminal

other vehicles (axles) are already present, a premature clearance notification would result in a dangerous situation when exiting the section.

In order to solve this problem, special track sections (zones) with level road access have been created for retracking and detracking the LocoTrac vehicles, so that retracking and detracking can take place in a controlled manner. These LocoTrac zones each have their own axle counting sections equipped with additional virtual counting points (cf. fig. 6). Virtual counting points are digital outputs from the interlocking computer that are connected to the wheel sensor inputs of an axle counting section via a simple hardware interface and can be commanded to count the (virtual) axles in and out of these sections.

The operations management of the retracking and detracking processes at the Schaarbeek Depot is carried out using local operating panels known as LocoTrac terminals (LTT). These are control panels include a key-operated button for each LocoTrac vehicle used in the depot, which can be used to uniquely identify it. fig. 7 shows one of these LocoTrac retracking and detracking zones.

In order to retrack a LocoTrac, the driver logs on to the LTT and uses his key to activate it. He then presses the log-on button for the retracking direction he needs to take. This sets a short route in the interlocking from the LocoTrac zone onto the selected neighbouring track and two virtual axles are counted into the LocoTrac zone section at the same time. By occupying the axle counting section, as well as locking the short route itself, the interlocking logic ensures that no other (opposing) routes can be set in the section that includes the retracking location. A flashing warning light mounted on the LTT operating station's mast indicates to the LocoTrac driver that he can now retrack the vehicle. He can enter the track section from the road and exit it in the previously selected direction. At the same time, all other traffic in the vicinity is also warned by

schnitt wird freigemeldet und die Fahrstraße bzw. Kurzfahrstraße aufgelöst.

Durch die Betätigung des entsprechenden Schlüsseltasters auf dem LTT im Zusammenhang mit dem Log-on- bzw. Log-off-Vorgang wird vom Stellwerk eine entsprechende Information an das Disposystem gesendet und dort entsprechend verarbeitet. Damit ist nach dem Einsetzen und Aussetzen die Position des LocoTrac für den Dispatcher entsprechend markiert.

6 Fazit

Das Anwendungsbeispiel ISP Schaarbeek zeigt, dass moderne digitale Rangierstellwerke im betrieblichen Umfeld von Bahndepots smarte Lösungen für einen hocheffizienten Betrieb bieten. Insbesondere die Gestaltung der anwendungsspezifischen Schnittstellen des Stellwerkssystem Pinmovio 400 trägt hier einmal mehr zur Erfüllung der speziellen Anforderungen des Betreibers bei. ■

the flashing light. The two virtual axles previously counted into the LocoTrac zone are now counted out as physical axles, the section is signalled as clear, the flashing light is switched off and the previously set short route is automatically released.

When detracking onto the road, the dispatcher first sets a route with a LocoTrac zone as the destination. This route can be set from a start signal or as a short route from a neighbouring siding. Once this route has been set, the LTT mast's flashing warning light is activated in order to warn any other traffic in the vicinity. The LocoTrac driver can now move his vehicle to the appropriate LocoTrac zone, transfer from the track onto the road, and drive the LocoTrac to a designated parking space near the LTT. This ensures that the LocoTrac has completely and cleanly detracked. The LocoTrac operator can now operate the LTT using the appropriate key and confirm that the LocoTrac has completely cleared the zone by pressing the log-out button. The two virtual axles are now counted out of the zone's axle counting section, the section is signalled as clear and the route or short route is released.

Pressing the appropriate key on the LTT for the log-in or log-out process sends a corresponding message from the interlocking to the dispatch system, where it is processed accordingly. As such, the dispatcher is notified of and shown the current position of the LocoTrac once it has retracked and detracked.

6 Conclusion

This example of the application of the Schaarbeek ISP shows that modern digital shunting interlocking systems in the operating environment of railway depots offer smart solutions for highly efficient operations. In particular, the design of the Pinmovio 400 interlocking system's application-specific interfaces has once again contributed to the fulfilment of the operator's special requirements. ■

LITERATUR | LITERATURE

- [1] Peiser, S.: Digitale Rangierstellwerke für die Automatisierung des Betriebs in Rangier- und Nebenbereichen (Teil 1), SIGNAL+DRAHT 12/2021
- [2] Fellner, O.: Moderne Rangiertechnik für einen effizienten Eisenbahnbetrieb, EIK – EISENBAHN INGENIEUR KALENDER 01/2012
- [3] Peiser, S.: Effizienter Technikeinsatz mit EOW und Rangierstellwerken, EI – DER EISENBAHNINGENIEUR 04/2015
- [4] Peiser, S.: TMC-AZ 2.0 – Die neue Generation Achszähltechnik, SIGNAL+DRAHT 04/2017

AUTOR | AUTHOR

Dipl.-Ing. Stefan Peiser
 Key Account Manager
 Pintsch GmbH
 Anschrift / Address: Hünxer Straße 149, D-46537 Dinslaken
 E-Mail: stefan.peiser@pintsch.net