

Ein Jahr Betriebserprobung digitales Stellwerk Meitingen-Mertingen

A year of trial operations at the Meitingen-Mertingen digital interlocking

Dominic Laabs | Christian Brockschneider | Patrick Theis

Das digitale Stellwerk (DSTW) schafft durch Modularisierung, Standardisierung und eine IP-basierte Kommunikation zwischen dezentralen Feldelementen und der Innenanlage die Voraussetzung für eine hochverfügbare, resiliente Eisenbahninfrastruktur. Durch die Architektur des DSTW kann die Betriebsführung flexibilisiert und die Instandhaltung standardisiert werden. Die Realisierung der DSTW-Vorserienprojekte (VSP) ist ein wichtiger Schritt zum Erreichen dieses Ziels.

1 Einleitung

Bereits im Jahr 2019 wurde in Warnemünde ein DSTW der Firma Siemens mit dezentraler Gleisfeldarchitektur erfolgreich in Betrieb genommen. Das Stellwerk bewährt sich seit nunmehr fünf Jahren durch eine hohe Verfügbarkeit, benutzerfreundliche Betriebsführung sowie robuste Komponenten im Gleisfeld mittels Feldelementeanschlusskasten bzw. -schrank (FEAK/FEAS).

Anfang 2024 ist mit dem VSP Meitingen-Mertingen erstmalig ein DSTW der Firma Hitachi (vormals Thales) inklusive standardisiertem Übertragungssystem, bestehend aus dem bahnbetrieblichen IP-Netz (bbIP) inklusive Verschlüsselungsschicht, in Betrieb gegangen. Das Übertragungssystem ist dabei erstmalig eine Beistellleistung der DB InfraGO AG. Durch dieses innovative Übertragungssystem wird u. a. eine Dezentralisierung der Betriebsführung über größere Distanzen unter Berücksichtigung der aktuellen KRITIS-Anforderungen ermöglicht.

Der Fokus der Vorserie lag auf der Entwicklung bzw. Realisierung der standardisierten funktionellen Schnittstellen SCI (Standard Communication Interface) gemäß europäischer Vorgaben (EULYNX). Da die Entwicklung vonseiten der Hersteller sowie die Erstellung der entsprechenden Regelwerke parallel zum Bauprojekt erfolgte, kam es mehrfach zu Änderungen, sodass gemeinsam mit dem Lieferanten iterativ Lösungen hinsichtlich Komponenten und Funktionen gefunden werden mussten. So wurde z. B. in Meitingen-Mertingen der FEAS im Gleisfeldkonzentrator (GFK) bzw. in einem projektspezifischen Betonschalthaus (BSH) untergebracht. Die Architektur von Meitingen-Mertingen geht aus Bild 1 hervor. In diesem Beitrag liegt der Fokus auf den gewonnenen Erkenntnissen der Betriebserprobung des Gesamtsystems DSTW im VSP Meitingen-Mertingen, welches nun seit einem Jahr in Betrieb ist. Das VSP Meitingen-Mertingen umfasst 75 Lichtsignale, 25 Weichen, 63 Achszählkreise und zwei Betriebsstellen. Die Steuerung des DSTW und seiner zugehörigen Teilsysteme erfolgt durch den Technikstandort in Donauwörth. Dort sind der Stellwerkskern (ESTW-ZE) sowie das Leit- und Bediensystem (LBS) verortet. Die betriebsführenden Stellen sind mit dem Security Operation Cen-

A digital interlocking (DSTW) creates the foundation for a highly available and resilient railway infrastructure based on modularisation, standardisation and IP-based communication between decentralised field elements and the centralised interlocking system. The DSTW architecture allows operations management to become more flexible and maintenance to be standardised. The realisation of DSTW pre-series projects (PSP) is an important step towards achieving this goal.

1 Introduction

A Siemens DSTW with a decentralised track field architecture was successfully commissioned in Warnemünde, Germany, back in 2019. The interlocking has proven itself over the past five years with high availability, user-friendly operations management and robust components in the track field using field device terminal boxes or cabinets (FEAK/FEAS).

At the beginning of 2024, the Meitingen-Mertingen PSP marked the first commissioning of a DSTW by Hitachi (formerly Thales), including a standardised data transmission system consisting of the railroad IP network (bbIP) with an encryption layer. DB InfraGO AG is providing this data transmission system as an additional service for the first time, thereby enabling the decentralisation of operations management over large distances while taking the current requirements for critical infrastructure into account.

The pre-series focussed on developing and realising the Standard Communication Interface (SCI) according to the European specifications (EULYNX). Multiple changes requiring iterative solutions concerning the components and functionalities to be found together with the supplier occurred due to the fact that the development activities undertaken by the supplier, the creation of the corresponding rules and regulations and the construction itself ran concurrently. For instance, the FEAS at Meitingen-Mertingen were accommodated in the field side modul (GFK) or in a project-specific concrete switchgear building. The architecture at Meitingen-Mertingen is illustrated in fig. 1. This article focuses on the insights gained from the operational testing of the entire DSTW system at the Meitingen-Mertingen PSP, which has now been in operation for one year.

The Meitingen-Mertingen PSP comprises 75 light signals, 25 switches, 63 axle counting circuits and two operations sites. The DSTW and its associated subsystems are controlled from a technical system center in Donauwörth. The interlocking core (ESTW-ZE) and the control and operating system (LBS) are located there. The operations management sites are distributed

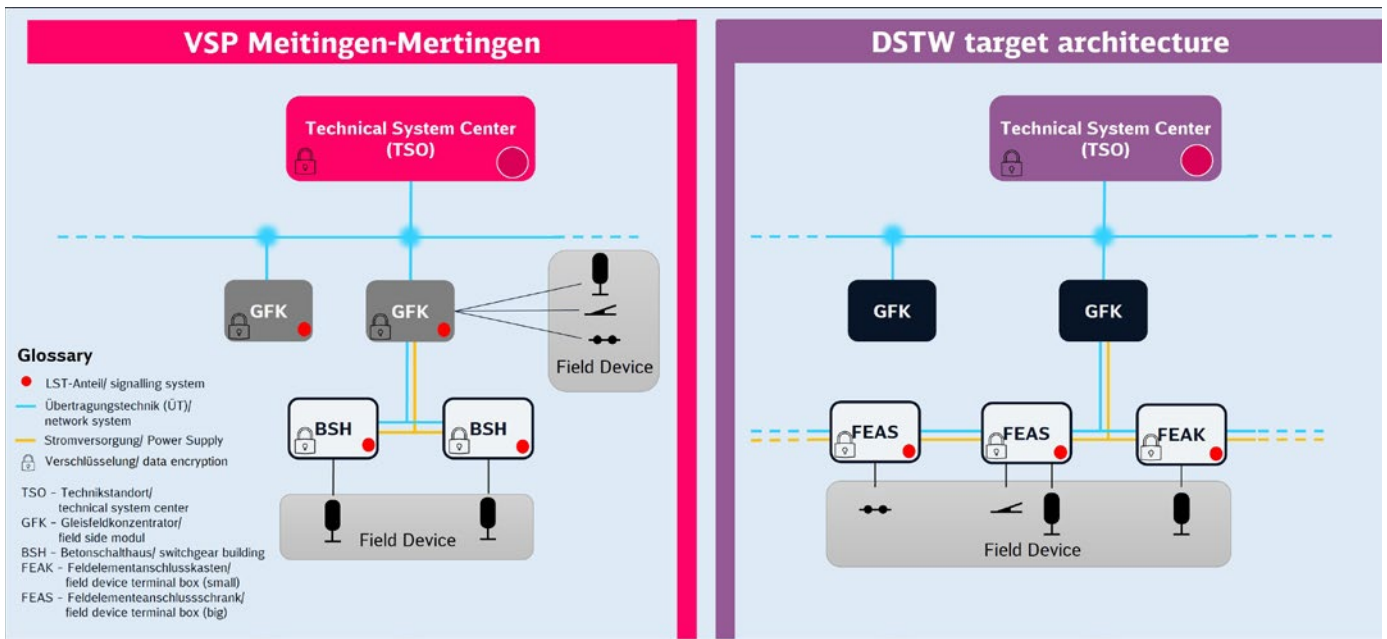


Bild 1: Unterschied Einhausungen „Zielarchitektur DSTW“ und „Architektur DSTW VSP Meitingen Mertingen“

Fig. 1: The difference between the housings for the “DSTW target architecture” and the “DSTW VSP Meitingen Mertingen architecture”

ter (SOC) und Network Operation Center (NOC) bundesweit verteilt. Der örtlichen Instandhaltung wird zusätzlich erstmalig das Monitoring-Tool „tecWatch“ zur Verfügung gestellt, welches bei der Fehleridentifizierung und -behebung unterstützt.

2 Betriebserprobung

Bei der Betriebserprobung des Gesamtsystems DSTW wird erprobt, ob das System den betrieblichen und technischen Anforderungen entspricht. Dieses Ziel wird durch sorgfältige Überwachung des Systemverhaltens unter regulären Betriebs- und Umweltbedingungen gemäß Betriebserprobungsplan dokumentiert und nachgewiesen. Die Erprobung des Gesamtsystems DSTW ergänzt die Betriebserprobungen und Freigaben der einzelnen Teil- und Umsysteme, die wiederum unterschiedlichen Gewerken zugeordnet sind. Als Beispiel ist das IP-basierte Übertragungs-Netzwerk, inklusive Verschlüsselungsschicht, zu nennen, welche durch das Gewerk der Telekommunikation (TK) betriebsgeführt wird. Zusätzlich dient die Betriebserprobung dem Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Instandhaltbarkeit (RAM-Eigenschaften). Somit stehen der Systemgedanke mit den zugehörigen Betriebsprozessen, der Instandhaltung, der Anwendbarkeit der zugehörigen Handbücher und Anwendungsvorschriften sowie das Zusammenwirken der einzelnen Gewerke im Vordergrund. Weiterhin wird zwischen Fehler und Störung unterschieden. Ein Fehler hat aufgrund des Redundanzkonzepts keine Auswirkung auf den Bahnbetrieb. Eine Störung wiederum wirkt sich direkt auf den Bahnbetrieb aus. Bei jedem Fehler und jeder Störung ist zuletzt zu ermitteln, ob der Auslöser aufgrund der Zielarchitektur aufgetreten ist oder eine externe Ursache zugrunde liegt.

Die Betriebserprobung des DSTW in Meitingen-Mertingen erfolgt über 24 Monate und ist in drei Phasen unterteilt. Die erste Phase bezieht sich auf die ersten drei Monate nach Inbetriebnahme. In dieser Zeit sollen anfängliche Fehler gefunden und behoben werden. Beispielfhaft kann ein Wackelkontakt an einer Klemmleiste im Betonschaltheusen genannt werden, welcher zu einem Spannungsabfall geführt hat. Die zweite Phase beginnt mit dem vierten Monat und endet nach zwölf Monaten. In dieser Phase liegt der Fokus auf der Be-

nationalität mit der Security Operation Centre (SOC) und Network Operation Centre (NOC). The local maintenance is being provided by the “tecWatch” monitoring-tool, which supports fault identification and resolution, for the first time.

2 Operational testing

The operational testing of the entire DSTW system tests whether the system meets the operating and technical requirements. This objective is documented and verified by carefully monitoring the system behaviour under regular operating and environmental conditions in accordance with the operational test plan. The testing of the overall DSTW system supplements the operational tests and approvals of the individual subsystems and peripheral systems, which in turn are assigned to different specialities. One example of this is the IP-based transmission network, including the encryption layer, which is operated by the information and telecommunication technology (ICT). In addition, operational testing serves to demonstrate reliability, availability and maintainability (RAM properties). As such, the focus is on the system concept with its associated operating processes, maintenance, the applicability of the associated manuals and the application regulations, as well as the interaction of the individual specialities. A distinction is also made between faults and malfunctions. A fault has no effect on rail operations due to the redundancy concept. A malfunction, on the other hand, has a direct effect on rail operations. It must be ultimately determined whether the cause of each fault and malfunction lies in the target architecture or comes from an external source.

The operational testing of the Meitingen-Mertingen DSTW will take place over 24 months and is divided into three phases. The first phase relates to the first three months after commissioning. Any initial faults will be found and solved during this time. One such example of this involves a loose contact on a terminal strip in the concrete switchgear building, which leads to a voltage drop. The second phase begins in the fourth month and ends after twelve months. The focus in this phase will be on op-

triebsführung und der Zuverlässigkeit. Der letzte Abschnitt beginnt mit Monat 13 und endet nach Monat 24. In dieser Zeit wird ebenfalls die Zuverlässigkeit unter Berücksichtigung der zuvor getroffenen Maßnahmen und gewonnenen Erkenntnisse analysiert.

Während der Betriebserprobung wurden Arbeitsrunden initiiert, in denen sich eine Vielzahl an Ansprechpartnern entsprechend ihren Verantwortlichkeiten zusammenfinden, um Fehler, Störungen, aber auch Verbesserungsmöglichkeiten zu analysieren. Aktuell gibt es im Wesentlichen folgende vier Expertenrunden:

- tägliches Sichten, ob Fehler oder Störungen vorliegen auf Basis interner Monitoringtools
- wöchentlicher Austausch mit der Anlagenverantwortung
- zweiwöchentlicher Austausch mit dem After Sales Service von Hitachi im Rahmen des Fehlermanagements
- monatlicher Austausch mit der Bauartbetreuung LST (Leit- und Sicherungstechnik), TK und EEA (elektrische Energieanlagen).

Auch wenn diese Regeltermine aufgrund ihrer großen Anzahl zeit- und ressourcenintensiv sind, haben sie sich als notwendig erwiesen. Eine große Herausforderung liegt u. a. bei den systemseitigen Schnittstellen, wodurch Fehler oder Störungen oftmals nicht direkt lokalisiert werden können. Somit sind bei einer anfänglichen Analyse verschiedene Sichtweisen und Fachwissen von Vorteil, um den Auslöser schnellstmöglich eingrenzen zu können. Ziel ist dabei nicht nur die Fehlerbehebung, sondern auch, die gewonnenen Erkenntnisse aufzuarbeiten, damit diese bei Folgeprojekten effizient einfließen können. Im Folgenden wird exemplarisch näher auf Erkenntnisse aus der Technik sowie der Betriebsführung eingegangen.

3 Technik

Die technische Betriebserprobung lässt sich vereinfacht durch die gewünschte Verfügbarkeit festmachen. Diese beschreibt die betrieblichen Ausfälle infolge von Störungen.

Da zu Beginn der Betriebserprobung der Fokus auf dem Erkennen und Beseitigen von anfänglichen Fehlern lag, ist die Verfügbarkeit erwartungsgemäß in den ersten zwölf Monaten hinsichtlich Störungen mit 99,974 % auf einem sehr hohen Niveau, allerdings noch leicht unter dem angestrebten Zielwert. Gemäß der Ausfallverteilung über den Lebenszyklus ist dabei zu beachten, dass aufgrund der geringen Laufzeit des Stellwerks die Aussagekraft des ermittelten Werts noch recht gering ist (Bild 2).

Die mittlere Störbestehensdauer liegt bei durchschnittlich 72 Minuten und somit deutlich unter den vorgegebenen vier Stunden. Die

erations management and reliability. The final phase will begin in month 13 and end after month 24, during which time the reliability will also be analysed in light of the measures taken and knowledge gained.

Working groups were initiated during the operational test, in which a variety of contact persons come together according to their responsibilities to analyse any errors, faults and potential improvements. There are currently four main expert groups:

- A daily review of any errors or faults based on internal monitoring tools
- A weekly exchange with the plant manager
- A bi-weekly exchange with Hitachi's after-sales service as part of the fault management
- A monthly exchange with product maintenance for signalling and control (LST), ICT and energy.

These regular meetings have proven necessary, even though they are time-consuming and resource-intensive due to their large number. One major challenge lies in the system-side interfaces, which means that any errors or faults often cannot be localised directly. This means that different perspectives and pieces of specialist knowledge are advantageous during any initial analysis aimed at narrowing down the cause as quickly as possible. The aim is not only to eliminate the error, but also to process the gained knowledge so that it can be put to efficient use in subsequent projects. The following section takes a closer look at some examples of the findings from the technology and operations management.

3 Technology

In simplified terms, technical operational testing can be defined by the desired availability. This describes those operating failures that have occurred as a result of malfunctions.

Given that the focus at the beginning of the operational testing was on recognising and eliminating any early faults, the availability with respect to any malfunctions in the first twelve months is, as expected, at a very high level of 99.974 %, though still slightly below the target value. It should be noted that the significance of the determined value is still quite low in accordance with the failure distribution over the lifecycle due to the short service life of the interlocking (fig. 2).

The average fault time is 72 minutes, which is well below the specified four hours. However, the required availability regard-

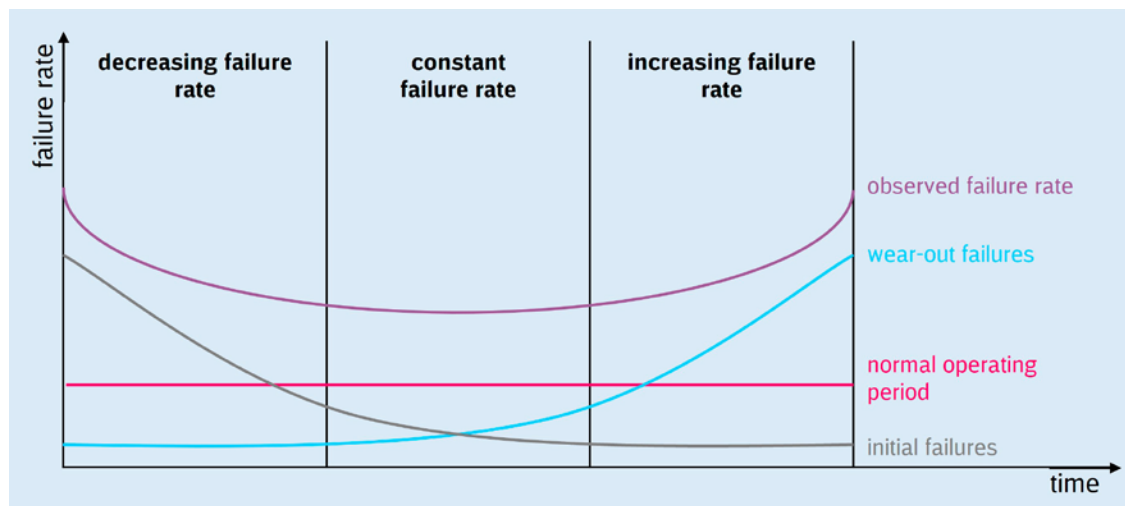


Bild 2:
Ausfallverteilung
Fig. 2: The failure distribution

geforderte Verfügbarkeit hinsichtlich Fehlern wurde hingegen mit 99,792 % übertroffen. Dieses Ergebnis spricht eindeutig für das vorgegebene Redundanzkonzept des DSTW. Fehler- oder Störungsursachen waren in den ersten zwölf Monaten vielfältig, wobei die Ursachen oftmals außerhalb des Stellwerks lagen. Dies spiegelt wiederum die Komplexität des Systems Eisenbahn wider.

Hervorzuheben ist der Blitzeinschlag in Augsburg am 27. Mai 2024. Hierdurch kam es zu einem Spannungseinbruch im 110-kV-Netz des örtlichen Netzbetreibers. Betroffen waren der Technikstandort in Donauwörth sowie beide GFK, welche wiederum die Betonschalthehäuser mit Energie versorgen. Aufgrund der bestehenden Redundanz aus Versorgungsnetzbetreiber sowie Oberleitung und der daraus folgenden unterbrechungsfreien Stromversorgung ist es zu keinen betrieblichen Auswirkungen gekommen.

Darüber hinaus war am 3. Juni 2024 die Region Donauwörth von einem Hochwasserereignis betroffen, wovon auch einzelne Achszähler betroffen waren. Ebenfalls ist in einem Kabelkeller eines Betonschalthehauses Grundwasser eingetreten. Eine Überwachung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in diesem Zeitraum hat ergeben, dass die geforderten Anforderungen an die Komponenten aus den Lastenheften eingehalten wurden und keine technischen Ausfälle aufgetreten sind. Die Auswirkungen von extremen Wettersituationen sind im Besonderen für die dezentrale Architektur weiterhin zu untersuchen und zu bewerten.

Zudem kam es am 18. Juli 2024 zu einem Riss der Oberleitung im Bereich Meitingen. Dabei gerieten ein Kabelschacht und angrenzende Kabelkanäle in Brand. Da es sich um den Bereich der Kabelquerung gehandelt hat, waren aufgrund der noch nicht ausreichend realisierten Trassenredundanz sämtliche Kabel des Übertragungssystems sowie der Energieversorgung betroffen. Als Folge kam es zu einer kompletten Streckensperrung mit entsprechend umfassenden Reparaturarbeiten. Eine Analyse hat ergeben, dass bei einer vollständigen Umsetzung der Trassenredundanz sowie einer Unterbringung der Komponenten im FEAK oder FEAS der Bahnbetrieb zumindest eingleisig nach kurzer Zeit wieder möglich gewesen wäre.

Auch bei den Object Controllern (OC) ist es zu einzelnen Fehlern bzw. Störungen gekommen. Die Fehleroffenbarung ergibt sich aus einem selbstständigen Neustart, welcher aufgrund der Redundanz in der Regel keine betrieblichen Auswirkungen hatte. Gemeinsam mit dem Hersteller konnte das Fehlerbild im Labor nachgestellt werden. Ein entsprechendes Softwareupdate wird vorbereitet. Allerdings ist ein Softwareupdate im laufenden Betrieb nicht trivial. Insbesondere müssen die Konsequenzen für die Zulassung bewertet werden. Diese Problematik ist dabei generisch zu bewerten und betrifft sämtliche moderne Stellwerkstypen.

Positiv ist, dass bisher sämtliche Fehler- und Störungsursachen ermittelt werden konnten und somit in allen kommenden Projekten der digitalen Schiene wie bspw. dem Digitalen Knoten Stuttgart Berücksichtigung finden.

4 Betriebsführung

Da es sich beim DSTW wie beschrieben um ein System bestehend aus Teil- und Umsystemen sowie unterschiedlichen Gewerken handelt, liegt der Fokus auch auf dem entsprechenden Zusammenspiel der unterschiedlichen Betriebsführungen.

Die Betriebsführung ist im Gegensatz zur Technik auf bestehenden Prozessen und Gewerken aufgebaut. Ausnahme ist das Security Operation Center (SOC). Das SOC wurde aufgrund der hohen IT-Sicherheitsanforderungen gegründet und nimmt die Betriebsführung der IP-Verschlüsselungsschicht wahr. Das SOC besteht aus dem Security Incident Center (SIC) und dem Security Management Center

ing faults was exceeded at 99.792 %. This result clearly speaks in favour of the DSTW's specified redundancy concept. The causes of any faults and malfunctions were varied in the first twelve months, with the causes often lying outside the interlocking. This in turn reflects the complexity of the railway system.

The lightning strike in Augsburg on 27 May 2024, which caused a voltage dip in the local grid operator's 110 kV grid, is of particular note. The technical site in Donauwörth and both GFK, which in turn supply the concrete switchgear buildings with energy, were affected. The existing power network operator and overhead power line redundancy meant that the resulting uninterrupted power supply avoided operations being affected.

In addition, the Donauwörth region was also affected by a flood event on 3 June 2024, which involved individual axle counters. Groundwater also entered a cable cellar at a concrete switchgear building. The temperature and humidity monitoring during this period showed that the component requirements in the specifications were met and that no technical failures occurred. The effects of extreme weather situations must continue to be investigated and evaluated, particularly for the decentralised architecture.

A crack also occurred in the overhead line in the Meitingen area on 18 July 2024. This caused a cable shaft and the neighbouring cable ducts to catch fire. As this was around the cable crossing, all the transmission system and power supply cables were affected due to the insufficiently realised route redundancy. This resulted in a complete line closure with extensive repair work. An analysis has shown that, if the route redundancy had been fully implemented and the components had been accommodated in the FEAK or FEAS, railway operations would have been possible again after a short time, at least on one track.

Occasional faults or malfunctions also occurred with the Object Controllers (OC). The fault disclosure resulted from an independent restart, which generally had no operational impact due to the redundancy. The fault pattern was able to be reproduced in the laboratory with the cooperation of the manufacturer. A corresponding software update is being prepared. However, a software update during operations is no trivial matter. The consequences for the approval must be assessed in particular. This problem must be assessed generically and it affects all modern interlocking types.

On a positive note, it has so far been possible to identify all the causes of the faults and malfunctions, meaning that they will be taken into account in all future digital rail projects, such as the Digitaler Knoten Stuttgart.

4 Operations management

Given that the DSTW is a system consisting of multiple subsystems and peripheral systems as well as different specialities, the focus is also on the corresponding interactions between the different operations management approaches.

In contrast to technology, operations management is based on existing processes and specialities. The Security Operation Centre (SOC) is an exception. The SOC was established due to the high IT-security requirements and is responsible for the operations management of the IP encryption layer. The SOC consists of the Security Incident Centre (SIC) and the Security Management Centre (SMC). This means that, in addition to the existing Network Operation Centre (NOC), a second operations centre is also responsible for monitoring the data transmission networks. As a result, this can lead to misunderstandings during

(SMC). Somit ist neben dem bestehenden Network Operation Center (NOC) eine zweite betriebsführende Stelle für die Überwachung der Übertragungstechnik verantwortlich. Folglich kann es hierdurch u. a. bei der Entstörung zu Missverständnissen kommen. Beispielfähig sind unterschiedliche Ticketsysteme oder mehrere Fehlertickets zu ein und demselben Fehlerbild zu nennen. Eine weitere Problematik ist, dass die Fehlerursache beim erstmaligen Auftreten teilweise nicht eindeutig zugeordnet werden kann, sodass die nicht zuständige Instandhaltung beauftragt wird. Im laufenden Betrieb ist allerdings erkennbar, dass die Handlungssicherheit bei gleichbleibender Komplexität steigt. Dies gilt im Besonderen für die lokale Instandhaltung.

Zwischen dem 13. März 2024 und dem 27. März 2024 erfolgte ein Softwareupdate aller IT-Security-Komponenten für das DSTW Meitingen-Mertingen. Das Update wurde dabei während des Bahnverkehrs erfolgreich über das SMC zentral kaskadierend in Abhängigkeit von den Betriebsstellen durchgeführt. Möglich ist dies durch den redundanten Aufbau des Übertragungssystems und offenbart somit die Vorteile einer modernen Betriebsführung. Involviert waren neben den betriebsführenden Stellen in Frankfurt und Berlin auch der Fahrdienstleiter sowie die Instandhaltung vor Ort. Während zu Beginn des Updates die Kommunikation zwischen SMC und Fahrdienstleiter nicht optimal verlief, hat die Handlungssicherheit aller Beteiligten im fortwährenden Prozess deutlich zugenommen. Es kam während des gesamten Updateprozesses zu keinerlei Fehlern oder Störungen.

Am 15. April 2024 gab es darüber hinaus einen Test am Kern- und Regionalnetz des IP-basierten Übertragungssystems. Ziel war der Nachweis, dass selbstständiges re-Routing im IP-Netzwerk funktioniert. Simuliert wurde dabei ein gleichzeitiger Zugriff auf das Zugangsnetz vonseiten des NOC und des SOC. Der Test verlief ebenfalls positiv. Es ist kein Datenverlust oder eine Beeinträchtigung des Dienstes für den Bahnbetrieb aufgetreten.

Zuletzt sind während der Betriebsführung die OC der Stromversorgung je GFK in den Fokus gerückt. Der OC ist für die Zustandsmeldungen der Stromversorgung zuständig. Er meldet und visualisiert diese dem Fahrdienstleiter auf der Kommunikationsanzeige. Da es sich dabei um eine Sammelmeldung handelt, ist allerdings aus den Meldungen der Stromversorgung nicht sofort erkennbar, welches Gewerk für den Fehler in der Stromversorgung verantwortlich ist. In der Folge wurde oftmals die Instandhaltung der LST beauftragt, da der OC entsprechend der Gewerkezuordnung eben diesem Gewerk zugeordnet ist. Die Stromversorgungsmeldungen hingegen verantwortet wiederum das Gewerk EEA. Auch hier zeigt sich deutlich, analog zum Übertragungssystem, dass mit andauerndem Betrieb die Handlungssicherheit zugenommen hat. So konnten zuletzt die beteiligten Instandhalter, Fahrdienstleiter und die Entstörung veranlassende zuständige Stelle (EVZS) diese Meldungen dem richtigen Gewerk zuordnen.

5 Fazit

In Summe sind die ersten zwölf Monate der Betriebserprobung positiv zu bewerten. Zwar entsprach die tatsächliche Verfügbarkeit des DSTW zu Beginn nicht der geforderten Verfügbarkeit, allerdings konnte die Fehlerursache in allen Fällen ermittelt werden. Ebenfalls wurde, abgesehen vom Zeitraum des Kabelbrandes, die entsprechende Verfügbarkeit des Übertragungssystems inklusive der mittleren Störbestehensdauer eingehalten. Die Handlungssicherheit aller Beteiligten steigt mit fortlaufender Betriebsführung. Letztendlich sind weitere Handlungsfelder aufgrund der bisher gewonnenen Er-

periences. Examples include different ticketing systems or several fault tickets for one and the same fault pattern. Another problem involves the fact that the cause of the fault cannot always be clearly assigned when it first occurs, meaning that a maintenance speciality that is not responsible is assigned the fault is assigned. During operations, however, it is recognisable that the operating reliability increases while the complexity remains the same. This is especially true for local maintenance.

A software update of all the IT security components for the Meitingen-Mertingen DSTW was carried out between 13 March 2024 and 27 March 2024. The update was successfully carried out centrally via the SMC during railway operations in a cascading manner depending on the operation management sites. This was made possible by the redundant structure of the transmission system and, thus, reveals the advantages of modern operations management. In addition to the operating centres in Frankfurt and Berlin, the signaller and the local maintenance department were also involved. While the communication between the SMC and the signaller was not optimal at the beginning of the update, the reliability of all those involved has increased significantly as the process has continued. There were no errors or disruptions throughout the entire update process.

On 15 April 2024, there was also a test on the core and regional network of the IP-based data transmission network. The aim was to prove that independent re-routing works within the IP network. Simultaneous access to the access network from the NOC and the SOC was simulated. The test was also positive. There was no loss of data or impairment of the service for railway operations.

Finally, the focus during operations management shifted to the power supply OCs for each GFK. The OC is responsible for the power supply's status messages. It reports and visualises them to the signaller on the communication terminal. However, as this is a collective message, it is not immediately clear from the power supply's messages as to which speciality is responsible for the fault in the power supply. As a result, LST maintenance was often commissioned, as the OC is assigned to this speciality according to the allocation. The power supply notifications, on the other hand, are the responsibility of the EEA speciality. As with the data transmission network, it has likewise been clearly shown, that the reliability has increased with the ongoing operation. As a result, the maintenance engineers, signallers and the office responsible for fault clearance (EVZS) were recently able to assign these messages to the correct speciality.

5 Conclusion

All in all, the first twelve months of operational testing can be rated positively. Although the actual availability of the DSTW did not match the required availability at the beginning, it was possible to determine the cause of the faults in all cases. Likewise, the corresponding availability of the data transmission network was maintained, including the average fault time, apart from the period of the cable fire. The reliability of all the involved facilities has increased with the ongoing operations management. Finally, further fields of action have also been identified based on the knowledge gained to date in order to further increase the potential of the DSTW. These particularly include the following aspects:

- optimising the existing LST, TK and EEA structures and specialities. In addition to the operating units, this also concerns the topics of planning and commissioning with a focus on re-

kenntnisse identifiziert worden, um das Potenzial des DSTW weiter zu erhöhen. Hierzu gehören im Besonderen folgende Aspekte:

- Optimieren der bestehenden Strukturen und Gewerke LST, TK und EEA. Dies betrifft neben den betriebsführenden Stellen auch die Themen der Planung und Inbetriebnahme, mit Fokus auf Reduzierung der Komplexität sowie Anpassung an die moderne Technik. Mit dem Projekt NITRO wird hierfür der erste Schritt gemacht. [1]
- Die steigende Verantwortung der Systemintegration DSTW inklusive IP-Übertragungsnetzwerks.
- Pragmatischer Umgang mit Änderungen am zugelassenen Gesamtsystem nach Inbetriebnahme. Beispielhaft ist hierbei die Aktualisierung von Patch-Level und Firmware-Ständen bei eingesetzter Netzwerktechnik zu nennen.
- Fokussierung auf die Standardisierung sowie Umsetzung der Anforderungen aus den Lastenheften im Rahmen des Basis Release Plus (BR+). Abweichungen vom gewünschten Standard führen zu vermeidbaren Insellösungen mit entsprechenden Konsequenzen für die moderne Betriebsführung und dem Obsoleszenzmanagement. Allen voran ist die Energieversorgung im Gleisfeld zu erwähnen. Durch eine entsprechende Standardisierung ergibt sich zwangsläufig eine Öffnung des Marktes, da die Energieversorgung unabhängig von der LST und TK zu sehen ist. So kann bspw. die Basisinfrastruktur im Gleisfeld unabhängig von der LST errichtet werden mit Vorteilen über den gesamten Lebenszyklus eines Stellwerks. [2]
- Reduzierung der Komplexität und klare Rollenverteilung aufgrund der normativen Randparameter. Neben der Entwicklung neuer Techniken versucht sich momentan auch der Sektor an die neuen Anforderungen insbesondere bei den IT-Sicherheitsanforderungen innerhalb der eingesetzten Produkte anzupassen. Als Beispiel ist die Sektorleitlinie zu nennen, welche während der Entwicklung der Vorserie eingeführt wurde [3]. Dies hat u. a. zu Verunsicherungen im Rahmen der Systementwicklung bei Zulassung, Abnahme bzw. Inbetriebnahme geführt und gilt ebenfalls mit den gewonnenen Erfahrungen weiterhin anzupassen.
- Trennen von Bau- und Entwicklungsprojekten. In der Vorserie gab es keine Trennung zwischen Bau- und Entwicklungsprojekt mit der Folge, dass es zu Zielkonflikten gekommen ist. Um in Zukunft den Fokus auf die Entwicklung unter Minimierung möglicher Abweichungen realisieren zu können, müssen entsprechende neue Werkzeuge und Möglichkeiten geschaffen werden.
- Zeit für Kommunikation auch nach der Inbetriebnahme. Dies gilt im Besonderen für den Austausch mit der örtlichen Instandhaltung, welche positiv zu bewerten ist. Hierdurch kann nicht nur schnell und präzise eine Fehleranalyse durchgeführt werden, sondern schafft auch Verständnis auf beiden Seiten und wirkt auf eine bessere Betriebsführbarkeit ein. ■

ducing complexity and adapting to modern technology. The NITRO project is the first step in this direction. [1]

- increasing responsibility for the DSTW system integration, including the IP data transmission network.
- pragmatic handling of changes to the approved overall system after commissioning. One such example involves the updating of patch levels and firmware versions for the networking equipment used.
- focusing on standardising and implementing the requirements from the system specifications as part of the Base Release Plus (BR+). Any deviations from the desired standard lead to avoidable isolated solutions with corresponding consequences for modern operations management and obsolescence management. First and foremost, the energy supply in the track field should be mentioned. Appropriate standardisation inevitably results in an opening of the market, as the energy supply is independent of the LST and IT. For example, the basic infrastructure in the track section can be set up independently of the LST with advantages over the entire life-cycle of an interlocking. [2]
- a reduction of complexity and the clear allocation of roles due to the normative boundary parameters. In addition to the development of any new technologies, the sector is currently also trying to adapt to the new requirements, particularly regarding IT security requirements, within the products used. One such example involves the sector guideline that was introduced during the development of the pre-series [3]. Amongst other things, this has led to uncertainties within the context of the system development during approval, acceptance and commissioning and must also continue to be adapted with the experience gained.
- the separation of construction and development projects. There was no separation between construction and development projects in the previous series, resulting in conflicting objectives. New tools and possibilities must be created to enable a focus on development in the future, while minimising any possible deviations.
- time for communication even after commissioning. This applies, for example, to the exchange with local maintenance, which is a positive aspect. This not only allows faults to be analysed quickly and precisely, but also creates an understanding on both sides and helps improve operational feasibility. ■

LITERATUR | LITERATURE

[1] Weiß, T.; Pfenning, F.: Neue Technologien verändern die Betreiberstruktur, SIGNAL+DRAHT 11/2024

[2] Spielt die DB die Vorteile von DSTW herunter?, Rail Impacts, Eurailpress 05/12/2024, https://www.eurailpress.de/login.html?redirect_url=https%3A%2F%2Fwww.eurailpress.de%2Frailimpacts%2Ftechnologie%2Fdetail%2Fnews%2Fspielt-die-db-die-vorteile-von-dstw-herunter.html, Zugriff: 03.01.2025

[3] Einführungsschreiben zur Sektorleitlinie, EBA Veröffentlichungen 27/03/2024, https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Infrastruktur/AllgemeineVorschriften/VV_GluV/Sektorleitlinie/22_Sektorleitlinie_Einfuehrungsschreiben.html, Zugriff: 19.12.2024

AUTOREN | AUTHORS

Dominic Laabs

Data Analyst DSTW Meitingen-Mertingen
E-Mail: dominic.laabs@deutschebahn.com

Christian Brockschnieder

Head of Operational Testing DSTW
E-Mail: christian.brockschnieder@deutschebahn.com

Patrick Theis

Operational Testing Manager DSTW Meitingen-Mertingen
E-Mail: patrick.theis@deutschebahn.com

Alle Autoren / all authors:

DB InfraGO AG

Anschrift / Address: Adam-Riese-Straße 11-13, D-60327 Frankfurt a. M.