Integriertes Leit- und Bediensystem der DB InfraGO – Bediensystem mit Zukunft

DB InfraGO integrated Control and Operating System – control system with a future

Anke Wiedenroth

Seit einem Jahr ist das integrierte Leit- und Bediensystem (iLBS) vollumfänglich als Gesamtsystem in Betrieb. Im Rahmen einer Referenzimplementierung sind mit drei erfolgreichen Inbetriebnahmen schrittweise die Ziele erreicht, die im Projekt Design Integrierter Bedienplatz (DiB) umgesetzt wurden. Seit September 2023 sind Systeme von vier Herstellern im iLBS integriert, die in neuer Architektur mit neuer Schnittstelle an verschiedenen Standorten erfolgreich miteinander interagieren. Anlass, um das neue Bediensystem nochmals kurz vorzustellen, den Weg und Perspektiven aufzuzeigen und eine Bilanz zu ziehen.

1 Im iLBS kommt Vieles zusammen

1.1 Eine kurze Technikvorstellung

Der Entwicklung des iLBS (Bild 1) ging eine Problemlage voraus, die zu wichtigen Zielen führte. Man wollte die Heterogenität in der Bedienlandschaft und Bedienunterschiede aufheben, hemmende Inflexibilität durch Technik- und Herstellerabhängigkeiten auflösen und ein modernes Design mit Tageslicht-Arbeitsplätzen schaffen. Die Bedienung soll anwenderfreundlich sein und perspektivisch alle betrieblichen Anwendungen integrieren. Zudem braucht es die Möglichkeit für eine flexible Zuordnung der Netzbereiche. Insgesamt müssen Instandhaltungsaufwand und Kosten bezüglich der Bedienung verringert werden.
Für diese anspruchsvollen Ziele liefert das iLBS alle technischen Voraussetzungen. Unter Anwendung neuer zentraler Systeme in zwei LST-Managementcentern (LMC) und eigens entwickelter neuer technischer

The integrated Control and Operating System (iCOS) has been in full operation as a complete system for a year now. The set objectives have been achieved by means of three successful commissioning steps under the reference implementation. Systems from four manufacturers have been integrated into the iCOS since September 2023 and they now are cooperating successfully with each other in a new architecture and with a new interface at various locations. This is a good time to briefly present the new operating system once again, to point out the path and perspectives and to take stock.

1 The iCOS brings many things together

1.1 A brief introduction of the technology

The development of the iCOS (fig. 1) was preceded by a problematic situation that led to a number of important goals. The aim was to eliminate any heterogeneity in the operating landscape and operating differences, eradicate the inhibiting inflexibility caused by technology and manufacturer dependencies and create a modern design. The system operation should be user-friendly and integrate all the operated applications in the long term. It also needs the option of flexibly assigning the network areas. In general, the installation and operation costs associated with system operation must be reduced.
The iCOS provides all the technical requirements for these ambitious goals. Using new central systems at two CST Management Centres (CMC) and specially developed new technical components at both

Bild 1: Bedienung mit Zukunft – modern, einheitlich, standardisiert durch neue Technik in neuer Architektur
Fig. 1: The future of system operation – modern, uniform and standardised thanks to new technology in a new architecture
Quelle / *Source:* DB AG Projekt DiB

Digitale Nutzung durch https://www.dbinfrago.com/ mit freundlicher Genehmigung der DVV Media Group, 2024

Technische Lösung	Ziel-Umsetzung	Bedeutung
Verlagerung der Sicherheitsverantwortung durch Anwendung der weiterentwickelten Sicherungsverfahren AnSi/EiSi Non-Sil für die Bedienplatz-Hardware (HW)	• Integrierte Bedienung • Vereinfachte Zulassung • Kostensenkung der HW • Verfügbarkeit	1. Verlagerung schafft die technische Grundlage für die Integration von Umsystemen. 2. Durch den Verzicht der Sicherheitsverantwortung in der Bedienebene fallen HW-Komponenten wie Monitor etc. aus dem Sicherheitsnachweis. Dies vereinfacht die Zulassung und ermöglicht den Einsatz industrieüblicher COTS-Komponenten. 3. Kauf und Tausch von Monitoren werden einfacher und bedeutend günstiger. 4. Dies hat positive Effekte auf Lebenszyklus und Verfügbarkeit.
SCI-CC_LST	• Vereinheitlichung • HW-Neutralität Unabhängigkeit von Hersteller und Bauform	1. Wir haben eine zu 100 % standardisierte Schnittstelle zwischen Stellwerk und Bedienung. 2. Es ist egal, welcher Stellwerks-Hersteller oder ob ESTW oder DSTW bedient wird – die Bedienung ist immer gleich. 3. Durch die SCI-CC als Schnittstellenstandard und die damit einhergehende Herstellerunabhängigkeit öffnet sich der Wettbewerb. 4. Über die SCI-CC_LST können Datenströme mitgeschnitten und somit deutlich bessere Fehleranalysen durchgeführt werden.
iLBS-Zentraleinheit	• Unabhängigkeit von Hersteller • Unabhängigkeit von Bauform	1. Umsetzung der neuen technischen Funktionen, wodurch die signaltechnisch sicheren Systeme unverändert bleiben; d. h. alle integrierten Unterzentralen agieren nach außen gleich. Für die Fdl gibt es keine Bedienunterschiede. 2. Mit dem iLBS können sowohl Elektronische als auch Digitale Stellwerke (ESTW, DSTW) bedient werden. 3. Mit dem iLBS können auch Bestands-ESTW bedient werden, sodass auch kleinere Stellwerke bereits in der neuen Architektur migrieren können. Ermöglicht nachhaltige Investition für Zukunft.
Zentrale Systeme in zwei LST-Managementcenter (LMC) m:n Zuordnung von Stellwerken und Bediensystemen durch definierte Bedienrelationen	• Flexible Zuordnung • Releasewechsel bei laufendem Betrieb • Effizienzerhöhung • Überwachung von zentralen und dezentralen Komponenten • Administration der Benutzerverwaltung	1. An zwei zentralen Standorten gibt es je ein LMC, die mit zentralen Systemen die Bedienrelationen und Zuordnungen definieren, die Benutzerverwaltung organisieren und Lenkpläne speichern und verteilen und die Systeme des iLBS überwachen. 2. Das schafft die Voraussetzung dafür, dass rein technisch alles von überall bedient werden kann. 3. Es wird möglich, im laufenden Betrieb auf andere Bedienstandorte zu wechseln, um z. B. einen Releasewechsel durchzuführen oder die Betriebsführung optimal zu gestalten. 4. Die Standortunabhängigkeit ist ein großer Zugewinn für eine effiziente Betriebsführung. 5. Die Flexibilität eröffnet die Möglichkeit für eine wohnortunabhängige Gewinnung neuer Bedienpersonale.
Integriertes Bediensystem mit integrierten Bedienplätzen	• Tageslicht-Arbeitsplatz • Einheitliche Oberfläche • Einheitliche Anzeigen • Anwenderfreundliche Bedienung mit großer Übersicht	1. Gestaltung freundlicher Bedienumgebungen und modernes Design mit Fenstertechnik, Drag&Drop und Panning und hoher Bedienkomfort erhöhen die Attraktivität des Fdl-Berufes. 2. Die Vereinheitlichung verringert den Schulungsbedarf.
Transfernetz	• Verfügbarkeit	1. Über das Transfernetz kommunizieren alle angebundenen Systeme.

Tab. 1: Die Kernerfolge und Vorteile des iLBS

Technical solution	Target implementation	Meaning
A shift in security relevance through the application of the advanced AnSi/EiSi security procedures Non-Sil for the operating station's hardware (HW)	• Integrated operations • Simplified approval • Reduced HW costs • Availability	1. Relocation creates the technical basis for integrating the peripheral systems. 2. Dispensing with safety responsibility at the operating level means that HW components such as monitors etc. are no longer subject to safety verification. This simplifies approval and enables the use of industry-standard COTS components. 3. Buying and replacing monitors will be easier and significantly cheaper. 4. This has positive effects on the lifecycle and availability
SCI-CC_LST	• Standardisation • HW neutrality independent of the manufacturer and design	1. We have a 100 % standardised interface between the interlocking and the operator. 2. It doesn't matter who manufactured the interlocking or whether this involves an ESTW or DSTW – the operation is always the same. 3. The SCI-CC interface standard and the associated independence from manufacturers opens up competition. 4. The SCI-CC_LST can be used to record data streams and thus perform significantly better fault analyses.
The iLBS central unit	• Independence from the manufacturer • Independence from the design	1. The implementation of new technical functions, which means that the safe signalling systems will remain unchanged, i.e. all the integrated sub-centres will operate in the same way externally. There are no operating differences for the dispatchers. 2. The iLBS can be used to operate both electronic and digital interlockings (ESTW, DSTW). 3. The iLBS can also be used to operate existing interlockings, meaning that even smaller interlockings can migrate into the new architecture. This enables sustainable investment for the future.
Central systems at two LSI Management Centres (LMC). m:n assignment of interlockings and operating systems through defined operating relations	• Flexible allocation • Release change during ongoing operations • Increased efficiency • Monitoring of centralised and decentralised components • Administration of user management	1. There is one LMC at each of the two central locations that use central systems to define the operating relationships and assignments, organise user administration and create and save driving plans. 2. This creates the prerequisites for ensuring that everything can be operated from anywhere in purely technical terms. 3. It is possible to switch to other operating locations during operations, e.g. to carry out a release change or to optimise the operational management. 4. Independence from the location is a major gain for efficient operational management. 5. This flexibility opens up the option of recruiting new operating personnel regardless of where they live.
An integrated operating system with integrated operating stations	• A daylight workstation • A uniform surface • Standardised displays • User-friendly operations with a great overview	1. The creation of friendly operating environments and a modern design with a high level of operator comfort increases the attractiveness of the dispatcher profession. 2. Standardisation reduces the need for training.
A transfer network	• Availability	1. All the connected systems communicate via the transfer network.

Tab. 1: The main successes and benefits of the iCOS

Digitale Nutzung durch https://www.dbinfrago.com/ mit freundlicher Genehmigung der DVV Media Group, 2024

Datum	Örtlichkeit	Bau	Umsetzung Ziele
11/20	iUZ Seesen (Scheidt & Bachmann) Harz-Weser-Netz iBS Göttingen (Scheidt & Bachmann) RBZ Göttingen	Hochrüstung Sprint ESTW zu iUZ 1. iBP und ein Reserve-iBP	• Einheitliche und moderne Bedienoberfläche • Tageslicht-Arbeitsplatz • SCI-CC_LST
12/22	iUZ Göttingen (Siemens) Harz-Weser-Netz iBS Göttingen (Scheidt & Bachmann) RBZ Göttingen LMC lokal RBZ Göttingen	Hochrüstung ESTW Weserbergland zu iUZ 2. iBP und ein Reserve-iBP LMC mit ZVD (SuB) und LPV (Thales)	• Herstellerübergreifende Bedienung • Multi-Hersteller-Integration • Bedienrelationstabelle
09/23	iUZ Kreiensen (Alstom) Bereich Nord iBS Hannover (Scheidt & Bachmann) BZ Hannover LMC Frankfurt am Main Transfernetz mit IT-Sec an allen beteiligten Orten	Hochrüstung ESTW Kreiensen zu iUZ (und ein Reserve-iBS in der iUZ) zwei iBP LMC mit ZVD (SuB),LPV (Thales), NMS (SuB) Kryptogesichertes Transfernetz	• Flexible Zuordnung • Option für weitere Anbindungen • Standortunabhängigkeit

Tab. 2: In drei Inbetriebnahmeschritten zur Umsetzung aller Ziele

Date	Location	Construction	Target realization
Nov 2020	iSC Seesen (Scheidt & Bachmann) Harz-Weser-Netz iOS Göttingen (Scheidt & Bachmann) RBZ Göttingen	Upgrade Sprint ELECTRONIC INTERLOCKING zu iSC 1. iOS	• Standardised display of operation • Daylight Dispatcher Workplace • SCI-CC_LST
Dec 2022	iSC Göttingen (Siemens) Harz-Weser-Netz iOS Göttingen (Scheidt & Bachmann) RBZ Göttingen CMC lokal RBZ Göttingen	Upgrade ELECTRONIC INTERLOCKING Weserbergland zu iSC 2. iOS CMC with CDS (SuB) und CCA (Thales)	• cross-manufacturer operation • Multi-vendor-Integration • operation relation table
Sep 2023	iSC Kreiensen (Alstom) iOS Hannover (Scheidt & Bachmann) BZ Hannover CMC Frankfurt am Main network with IT-Sec at all participating locations	Upgrade ELECTRONIC INTERLOCKING Kreiensen zu iSC 2x iOS CMC with CDS (SuB) und CCA (Thales) Crypto-secured transfer network	• Flexible assignment • Option for further participation • location independence

Tab. 2: The three commissioning steps implemented to achieve all the goals

Komponenten sowohl auf Bedien- wie auf Stellwerksebene agiert das iLBS als Gesamtsystem in neuer Architektur. Es besteht aus vier miteinander korrespondierenden Teilsystemen: dem integrierten Bediensystem (iBS) an den Bedienstandorten, der iLBS-Zentraleinheit (iLBS-ZE) in den integrierten Unterzentralen, den LMC an zwei zentralen Standorten und dem Transfernetz.

Das Transfernetz realisiert die Kommunikation aller angebundenen Systeme und regelt den Datenverkehr mittels standardisierter Schnittstellen. Die Schnittstelle zwischen Bedien- und Stellwerksebene (SCI-CC_LST) ist das Herzstück und wurde in aufwendiger Entwicklung gemeinsam mit allen beteiligten Herstellern zu 100 % standardisiert.

Die verschiedenen angebundenen Systeme wie Stellwerk, Zuglenkung, Zugnummernmeldeanlage und Bediensystem sprechen in dieser neuen Schnittstellensprache. Unter Anwendung neuer Sicherungsverfahren gelingt die Verlagerung der Sicherheitsfunktionen aus der Bedienebene in die Stellwerksebene und damit ein wichtiger Paradigmenwechsel.

the operating and interlocking levels, the iCOS acts as an overall system with a new architecture. It consists of four corresponding subsystems: the integrated operating system (iOS) at the operating locations, the iCOS central unit at the integrated sub-centres (iSC), the CMC at two central locations and the transfer network.

The transfer network implements the communication between all the connected systems and regulates the data traffic via a standardised interface. The interface between the operation and interlocking levels (SCI-CC_LST) lies at the heart of the system and has been 100 % standardised during a complex development process involving all the participating manufacturers.

The various connected systems such as the signal box, train control system, train number reporting system and operating system all speak this new interface language. The safety functions have been transferred from the operating level to the interlocking level through the use of new safety procedures, thereby achieving an important paradigm shift.

Digitale Nutzung durch https://www.dbinfrago.com/ mit freundlicher Genehmigung der DVV Media Group, 2024

Im Erklär-Video wird das Zusammenwirken der Teilsysteme ausführlich erläutert (QR-Code 1). Zusammengefasst erzielt die neue Technik wichtige Kernerfolge (Tab. 1).

1.2 Das schrittweise Vorgehen zur vollständigen Zielumsetzung

Um die Umsetzung der anspruchsvollen Ziele in der Komplexität zu verringern, wurde schrittweise vorgegangen. In der Region Nord erfolgten im Rahmen der DiB-Referenzimplementierung drei Inbetriebnahmen in einem Zeitraum von drei Jahren (Bild 2). Dies schaffte Raum, um Erfahrungen aus dem jeweils vorangegangenen Inbetriebnahme-Schritt zu sammeln und die Test- und Abnahmephasen sowie die daran anschließende Begleitung zu optimieren.
Schritt für Schritt kamen Technik und Bereiche dazu, die entsprechenden Ziele wurden erreicht (Tab. 2, QR-Code 2).

QR-Code 1: Erklärvideo zum Zusammenspiel der Teilsysteme
QR-Code 1: An explanatory video on the interaction of the subsystems

QR-Code 2: Projektvideo zu den drei Inbetriebnahmen
QR-Code 2: A project video about the three commissioning steps

2 Das iLBS in der Betriebserprobung

Einer der wesentlichen Ansprüche an das neue Bediensystem ist es, die Fahrdienstleiter (Fdl) mit einer stabilen und zuverlässigen Technik bestmöglich zu unterstützen.
Der Ersteinsatz einer völlig neuen Technik birgt Besonderheiten und Ungewissheiten. Allen Beteiligten war klar, dass die Inbetriebnahmen gut begleitet werden müssen. Für das iLBS hieß es: Nach dem Start in Göttingen und Hannover befand sich das System jeweils in verschiedenen Betriebserprobungen.
Die Betriebserprobung hat eine besondere Bedeutung. Keine Laborsituation kann den tatsächlichen Betrieb ersetzen. Obwohl alle zu erprobenden Komponenten in Integrations- und Testumgebungen (ITU) vom Hersteller sowie im Rahmen der Fachtechnischen Abnahme vom Betreiber getestet wurden und zudem noch im Rahmen der Abnahmeprüfung Funktionstests durchgeführt wurden, war man auf Unregelmäßigkeiten eingestellt. Erst bei laufendem und starkem Betrieb zeigen sich Abweichungen vom geforderten Systemverhalten und offenbaren sich bislang unentdeckte Fehler.
Es brauchte die Praxis. Fdl und Instandhaltung vor Ort lieferten wertvolle Beobachtungen für weiterführende Analysen, um schlussendlich zu einem stabilen System zu kommen und Erkenntnisse für Weiterentwicklungen zu gewinnen.
Aus verschiedenen Perspektiven wurde parallel gearbeitet – an konkreten Mängelbeseitigungen, an technischen Verbesserungen sowie an ergonomischen Aspekten.

2.1 Die technischen Betrachtungen

Die Dauer der Erprobung nach der dritten Inbetriebnahme war noch einmal auf neun Monate festgelegt. Sie bezog die verschiedenen Standorte mit ein, sodass ausreichend viele Bedienhandlungen in verschiedensten betrieblichen Gegebenheiten durchgeführt und beobachtet werden konnten.

The way the subsystems interact is explained in detail in the explanatory video (QR-Code 1). The new technology has brought some important successes (tab. 1).

1.2 The steps to a complete implementation

A step-by-step approach was adopted to reduce the complexity. Three commissioning steps took place over a period of three years in the northern region as part of the reference implementation (fig. 2). This created space to gather experience from the previous commissioning steps and optimise the test and acceptance phases, as well as the subsequent support.
Technology was added step by step and the corresponding goals were achieved (tab. 2, QR-Code 2).

2 The iCOS in trial operations

One of the key requirements for the new operating system is the provision of the best possible support for the dispatchers with stable and reliable technology.
The launch of a completely new technology involves special features and uncertainties. It was clear to everyone that the commissioning steps had to be well supported. For iCOS, this meant that the system underwent various operational trials after the launches in Göttingen and Hanover.
An operational trial is of particular importance. No laboratory situation can replace actual operations. Even though all the components had been tested in the manufacturer's various integration and test environments and in functionality tests as part of the operator's technical acceptance process, irregularities were expected. Any deviations from the required system behaviour and previously undetected errors only become apparent during ongoing and heavy operations.

Bild 2: Drei Inbetriebnahmen in der Region Nord
Fig. 2: The three commissioning steps in the northern region
Quelle / *Source*: DB AG Projekt DiB

Digitale Nutzung durch https://www.dbinfrago.com/ mit freundlicher Genehmigung der DVV Media Group, 2024

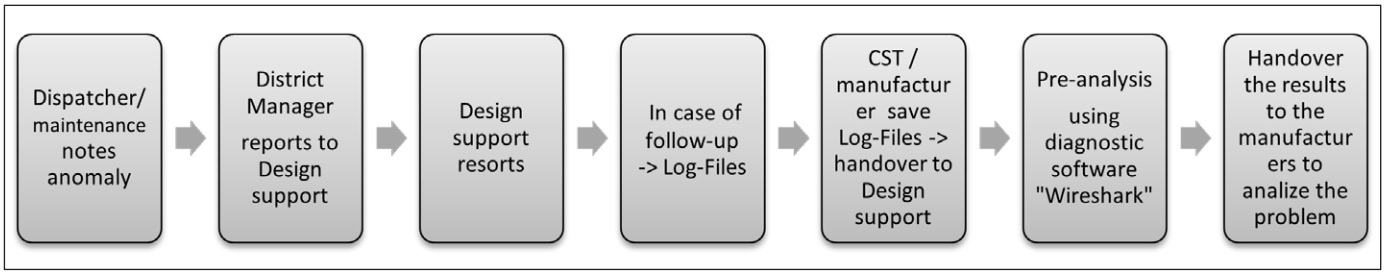

Bild 3: Workflow zur Fehleranalyse in der Betriebserprobung
Fig. 3: The analysis workflow in the operational testing phase

Quelle / *Source*: DB AG Projekt DiB

Um von der Beobachtung zur Korrektur zu kommen, wurde ein zielorientierter Prozess etabliert. In regelmäßigen wöchentlichen Meetings zwischen Betrieb, Instandhaltung und dem Team der Entwicklung fand ein Austausch zu den gemachten Erfahrungen statt. Unregelmäßigkeiten und Störungen wurden in dieser Runde diskutiert und weiterverfolgt.
Als Grundlage entstand ein Workflow, in dem alle Auffälligkeiten zeitnah an das verantwortliche Team der Systementwicklung und Bauartbetreuung (BAB) kommuniziert wurden (Bild 3).
Das Neue an diesem Vorgehen ist, dass die Untersuchungen von der Systementwicklung und BAB, die bei der DB InfraGO AG in einem Team gebündelt ist, selbst durchgeführt werden können.
Über die SCI-CC_LST können Datenverkehre mitgeschnitten und dadurch aufschlussreiche Analysen des Datenstroms zwischen Stellwerk, iLBS-ZE und Bediensystem sowie der Kommunikation zwischen den Teilsystemen durchgeführt werden. Mittels Analyse-Software werden Datenprotokolle so aufbereitet, dass man sowohl die Schnittstellenimplementierung überprüfen als auch die Telegrammstrukturen auslesen kann. Unter Verwendung einer Scriptsprache lassen sich die aufgenommenen Schnittstellenprotokolle in eine „menschenlesbare“ Form übersetzen. Dadurch ist eine nachvollziehbare Auswertung möglich. Log-Abzüge von Datenfiles können von allen beteiligten Systemen veranlasst werden. So sind beispielsweise Verbindungsverluste konkret verortbar und Fehlerquellen eindeutig identifizierbar.
Zeigen die Analysen Softwarefehler im iLBS, finden Korrekturen statt, die im regulären Prozess Anpassungen in Lastenheften bewirken oder neue Projektierungen anstoßen und / oder schlussendlich zu neuen Software-Release-Einspielungen führen.
Es war jedoch nicht selten der Fall, dass die Störungsmeldung zwar am Bedienplatz auflief, aber die Ursache außerhalb des Systems lag. So gab es z. B. zeitweise eine Flut von Störungsmeldungen zu einer bestimmten Verbindung. Nach aufwendiger Analyse stellte man fest, dass eine Beeinflussung durch die Oberleitung und ein Fehler am Kabel ursächlich waren. Die Behebung des Fehlers wurde veranlasst.
Mit diesen genauen Analysen können die Fehlerquellen nicht nur gefunden, sondern auch richtig zugeordnet werden. Wurden früher die Störungen, die am Bedienplatz auflaufen, meist dem Bediensystem zugeschrieben, findet man heute die wirklichen Verursacher. Dies ist ein wichtiger Zugewinn für eine genauere Erhebung von Verspätungsquellen.
In der Summe hat die Betriebserprobung gezeigt, dass das iLBS als Gesamtsystem stabil und zuverlässig funktioniert und zudem sehr gut bei den Anwendern ankommt.
Die wenigen offenen Punkte aus der Betriebserprobungsliste sind zum Teil Verbesserungsvorschläge, die untersucht und teilweise in ergonomischen Betrachtungen weiterverfolgt werden.

2.2 Die ergonomischen Betrachtungen

Auch wenn mit dem iLBS bereits erhebliche Bedienvorteile realisiert sind, beschreitet man in ergonomischen Betrachtungen, die

This requires experience from real operations. The dispatchers and maintenance provided valuable observations for further analyses to ultimately arrive at a stable operating system and gain insights into further developments.
The investigations were carried out in a number of ways.

2.1 Technical considerations

The duration of the trial after the third commissioning step was set at nine months. It included various locations so that enough acts of system operation could be carried out and observed under a wide range of operating conditions.
A target-oriented process was established to move from observation to correction.
A regular exchange of experiences took place at weekly meetings between operations, maintenance and the development team. Any irregularities and faults were discussed and followed up in this group.
A workflow was created as the basis for the prompt communication of all the anomalies to the responsible system development and design support team.
The novelty of this approach lies in the fact that the investigations can be carried out by both the system development and design support teams, which have been bundled into a single team at DB InfraGO AG.
The new interface can be used to intersect the data traffic and thus to carry out informative analyses of the data flow between the interlocking and the operating system and all the communication between the subsystems. The analysis software prepares the data protocols in such a way that the interface implementation can be checked and the telegram structures can be read out. The recorded interface protocols can be translated into a “human-readable” form using a scripting language. This enables a comprehensible evaluation. Log extracts from data files can be initiated by all the systems involved. As such, any connection losses can be located and error sources can be clearly identified.
If the analyses reveal any software errors in the iCOS, corrections will follow.
On the other hand, it was not uncommon for the cause to lie outside the system. For example, there was a flood of fault messages for a particular connection at times. After extensive analysis, it was determined that this was caused by interference from the overhead line and a fault in the cable.
The use of these precise analyses means that the sources of any failures can not only be found, but also correctly assigned. In the past, failures that occurred at the operator station were usually attributed to the operating system, but the real causes can now be identified. This is an important gain for the more precise determination of the sources of delays.

Digitale Nutzung durch https://www.dbinfrago.com/ mit freundlicher Genehmigung der DVV Media Group, 2024

weit über die eigentliche Betriebserprobung hinaus gehen, einen weiteren zusätzlichen Weg. Neben den technischen Aspekten werden auch Verbesserungsvorschläge, Gebrauchstauglichkeit (usability) und Wünsche seitens der Fdl aufgenommen und weiterverfolgt. Ziel ist es, Praxiserfahrungen mit wissenschaftlichen Erkenntnissen zusammenzuführen, um Optimierungsmöglichkeiten zu identifizieren.
In der zunehmend technisierten und digitalen Arbeitswelt entsteht immer mehr Mensch-Maschine-Interaktion. Der integrierte Bedienplatz (iBP) als hochkomplexe Bedienkonsole ist eine solche Mensch-Maschine-Schnittstelle. Bedenkt man, dass perspektivisch mehr als 1500 iBP den Verkehr regeln werden, sprechen wir von einer enormen Anzahl an Mitarbeitenden, die buchstäblich die neue „Technik zum Anfassen" erleben.
Um die Modernität in der Bedienung zu bewahren und auf der Höhe der Zeit zu bleiben, braucht es diese fortlaufenden Untersuchungen. Hierzu finden parallele Betrachtungsstränge statt.

2.2.1 Heuristische Evaluierung

Eine heuristische Evaluation ermöglicht objektive Aussagen über die Benutzerfreundlichkeit eines Systems. An integrierten Testumgebungen (ITU) fanden mit dem neuen Bediensystem Usability-Untersuchungen statt. Anhand von allgemein gültigen Prinzipien für gutes Interaktionsdesign (Heuristiken), wurde die Performanz des Systems beurteilt. Wenn diese Heuristiken, wie z. B. Nutzerkontrolle, Beständigkeit, Hilfestellung usw., eingehalten sind, hat man eine

In the end the operational testing phase has shown that the iCOS functions stably and reliably as an overall system and has also been very well received by its users.
Some of the few remaining open points from the operational test list involve suggestions for improvements that are being investigated and in some cases are being followed up in ergonomic considerations.

2.2 Ergonomic considerations

Even though the iCOS has already achieved considerable operating advantages, ergonomic considerations that far exceed the actual operational testing are being taken a step further. In addition to the technical aspects, any suggestions for improvements and utility and requests from the dispatchers are also taken on board and followed up. The aim is to combine practical experience with scientific findings in order to identify opportunities for optimisation.
More and more human-machine interaction is emerging in the increasingly technological and digital world of work. The integrated operating station (iOS) is one such human-machine interface in its capacity as a highly complex operating console. Considering that more than 1500 iOS will control traffic in the future, we are talking about an enormous number of employees who will literally experience the new "technology at their fingertips".
Ongoing studies are needed to maintain the modernity of systems operation and help it keep pace with the times.

ZUVERLÄSSIGE ZEITSYNCHRONISATION
für digitale Bahninfrastruktur und Schienenfahrzeuge

hopf Time and Frequency Solutions

Expertise für Zeitsynchronisation
seit mehr als 50 Jahren

www.hopf.com I sales@hopf.com

Digitale Nutzung durch https://www.dbinfrago.com/ mit freundlicher Genehmigung der DVV Media Group, 2024

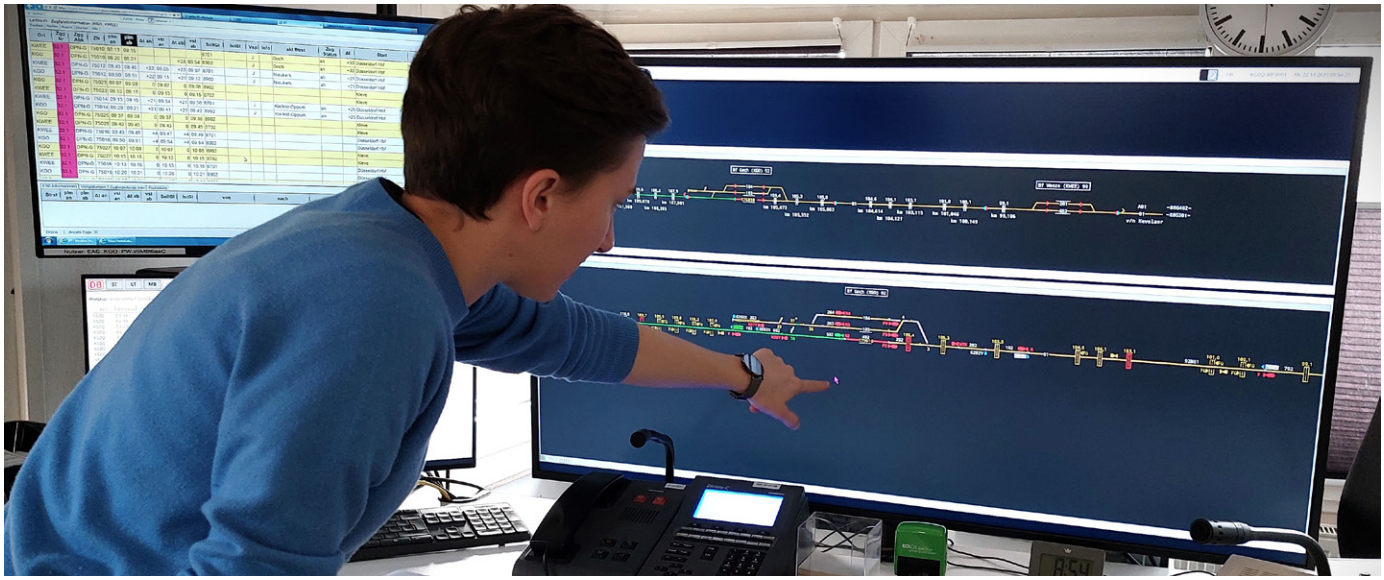

Bild 4: Human-Factors-Experte im Team der Systementwicklung im Gespräch mit Fdl vor Ort
Fig. 4: A human factors expert in conversation with the dispatchers
Quelle / *Source*: Anke Wiedenroth

gute Gebrauchstauglichkeit. Entdeckte Verbesserungspotenziale werden weiterverfolgt.
So hat sich beispielsweise offenbart, dass sich bei einer gewissen Fensterabfolge im Dialog automatisches Schließen anbieten würde oder an anderer Stelle für die Bedienung Suchmasken vorteilhafter wären.

2.2.2 Qualitative Befragung der Fdl

In Ergänzung zu der heuristischen Evaluierung finden Interviews vor Ort statt, in dem die Fdl um ihre persönliche Einschätzung gebeten werden. Hierzu wurden zwei Fragebögen entwickelt.
Fragebogen 1 folgt der ISO 9241, die die Richtlinien für die Gebrauchstauglichkeit und Ergonomie interaktiver Systeme definiert. Beim Ausfüllen des Fragebogens sollen die Fdl bestimmte Aufgaben, wie „Fahrstraße einstellen oder auflösen", „Merkhinweise eingeben oder löschen" usw., vor Augen haben. Zu Themenblöcken wie Individualisierbarkeit, Fehlertoleranz, Erwartungskonformität u. a. gibt es Fragen, die die Fdl mit ja, nein oder trifft nicht zu beantworten. Dieses Vorgehen ermöglicht das Identifizieren von Schwachstellen, die einem bewusst gar nicht mehr auffallen. Man findet heraus, bei welchen Tätigkeiten die Software Schwierigkeiten bereitet oder welche Arbeitsschritte unpraktisch sind.
Fragebogen 2 dient zur persönlichen Selbsteinschätzung der Beanspruchung bei der Interaktion mit dem iBS. Er basiert auf einer Anwendung vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) zur Untersuchung der Beanspruchung in hochautomatisierten Mensch-Maschine-Systemen. Anhand von Kriterien wie Informationsaufnahme, Entscheidungsfindung, Anstrengung u. a. können die Fdl ihren Beanspruchungszustand angeben, indem sie zwischen sehr stark – Optimum – sehr niedrig skalieren.
Durch diese Art von Befragungen findet man heraus, wo die Technik im Empfinden den Fdl unterstützt oder welche Funktionalitäten eventuell noch sinnvoll wären (Bild 4).
Die gesammelten Erkenntnisse aus den ergonomischen Betrachtungen werden im Entwicklungsteam diskutiert, mit dem zentralen Betrieb abgestimmt und für das weitere Vorgehen priorisiert.
In der Beurteilung, was schlussendlich realisiert werden kann, unterstützt u. a. auch die Umsetzung zur Prototyp-Software. Mittels eines Design-Tools wird die Bedienoberfläche mit diesen neuesten Erkenntnissen immer wieder überarbeitet.

2.2.1 The heuristic evaluation

A heuristic evaluation enables objective statements to be made about the utility of a system. Utility tests have been carried out with the new operating system in integrated test environments (ITE). The system's performance was assessed based on generally applicable principles for good interaction design (heuristics). If these heuristics, such as user control, consistency, assistance, etc., are adhered to, the utility is good. Any potential for discovered improvement is then followed up.
For example, it has become apparent that automatic closing would be a good idea for a certain sequence of windows in the dialogue or that the search masks would be more advantageous elsewhere for the systems operation.

2.2.2 Qualitative interviews with the dispatchers

In addition to the heuristic evaluation, interviews asking the supervisors for their personal assessment were conducted on site. Two questionnaires have been developed for this purpose.
Questionnaire 1 follows ISO 9241, which defines the guidelines for the utility and ergonomics of interactive systems. When completing the questionnaire, the operators should have certain tasks in mind, such as setting or resolving routes, entering or deleting instructions, etc. There are questions on topics such as customisability, fault tolerance, conformity with expectations, etc., which the dispatchers have to answer with yes, no or don't apply. This procedure makes it possible to identify any weaknesses that are no longer consciously noticed. It is possible to ascertain which activities are subject to difficulties caused by the software or which work steps are unpleasant.
Questionnaire 2 is used for personal self-assessment of the demands when interacting with the iOS. It is based on an application from the German Aerospace Centre (DLR) used to investigate stress in highly automated human-machine systems. The operators can indicate their stress levels by scaling between very high – optimum – very low based on criteria such as information intake, decision-making, effort, etc.
This type of survey is used to find out where the technology supports the dispatchers' perception or which functionalities might still be useful (fig. 4).

Digitale Nutzung durch https://www.dbinfrago.com/ mit freundlicher Genehmigung der DVV Media Group, 2024

Es ist beachtlich, wie viele Ideen und Expertise in die Gestaltung von modernen Bedienoberflächen fließen.

3 iLBS – ein kurzer Ausblick mit Perspektive

Ergonomisches Vorgehen ergänzend zu den technischen Entwicklungen verdeutlicht, dass bei dem iLBS alles auf Weiterentwicklung eingestellt ist. Es ist nicht nur das Bediensystem der Zukunft, sondern auch ein Bediensystem mit Zukunft.
Der unmittelbar nächste Entwicklungsschritt ist die Integration der ETCS-Bedienung. Die Lastenhefte sind geschrieben, die Entwicklung läuft. Eine Bedienoberfläche hierzu ist im Entstehen.
Fortlaufend werden mit Folge-Releasen weitere Umsysteme dazukommen. Insgesamt birgt der Einsatz des heutigen und der künftigen iLBS viel Potenzial. Es ermöglicht zum einen eine neue Generation von Fdl-Arbeitsplätzen an flexiblen Standorten mit anwenderfreundlicher Bedienung und eröffnet damit die Chance, den Fdl-Beruf attraktiver werden zu lassen.
Im Betrieb wird man aufgrund der neu gewonnenen Flexibilität künftig effizienter auf Verkehrslagen reagieren können. In der Instandhaltung können Releasewechsel im laufenden Betrieb durchgeführt werden, was weniger Sperrpausen hervorruft und den Zeitdruck beim Tausch verringert. Dies wird sich positiv auf die Qualität auswirken. Zudem ist es mit der neuen Schnittstelle möglich, die Fehlerquellen eindeutig zu identifizieren.
Zum anderen fungiert das iLBS als Türöffner für eine flächendeckende Migration hin zur Digitalen Schiene Deutschland (DSD). Im Dreiklang DSTW–ETCS–iLBS ist die notwendige Basis-Technologie geschaffen.

The results are discussed by the development team, coordinated with central operations and prioritised for the following procedure. The assessment of what can ultimately be realised is also supported by the implementation of the prototype software. The user interface is continually revised in line with the latest findings using a design tool. It is remarkable how many ideas and how much expertise flow into the design of modern user interfaces.

3 iCOS – a brief look at the future

Ergonomic procedures in addition to technical developments clearly show that everything about the iCOS is geared towards further development. It is not only the operating system of the future, but also an operating system with a future.
The next immediate development step involves the integration of ETCS operations. The specifications have already been written and development is underway. A user interface is being developed for this.
Further peripheral systems will be added on an ongoing basis with subsequent releases. Overall, the use of the current and future iCOS holds significant potential. On the one hand, it enables a new generation of dispatcher workstations at flexible locations with user-friendly handling. This constitutes an opportunity to make the dispatcher profession more attractive.
The newly gained flexibility means that it will be possible to react more efficiently to traffic situations in the future. During maintenance, release changes can be carried out during opera-

Steuern, stellen, sichern.

Scheidt & Bachmann – innovative Sicherheitstechnologie seit 1872.

- Betriebsleittechnik
- Stellwerkstechnik
- Bahnübergangstechnik

Systeme für Signaltechnik
www.scheidt-bachmann.de
SCHEIDT&BACHMANN

Digitale Nutzung durch https://www.dbinfrago.com/ mit freundlicher Genehmigung der DVV Media Group, 2024

Bild 5: Auszug aus geplanten iLBS-Folgeprojekten
Fig. 5: An excerpt from the next planned iCOS-projects Quelle / *Source*: Anke Wiedenroth

Darüber hinaus kann auch für den Bestand nachhaltig investiert werden, indem selbst kleinere ESTW bereits auf das iLBS migrieren können und somit für die Zukunft optimal vorbereitet werden. Entsprechend stehen in den kommenden Jahren viele iLBS-Inbetriebnahmen an (Bild 5).

4 Zusammenfassung

Angefangen mit drei Inbetriebnahmeschritten der Referenzimplementierung wird perspektivisch von mehr als 1500 Bedienplätzen der Bahnverkehr mit dem neuen integrierten Bediensystem geregelt. Eine enorme Anzahl an Mitarbeitenden wird an dieser Mensch-Maschine-Schnittstelle an modernen Tageslicht-Arbeitsplätzen arbeiten. Mit dem iLBS entsteht ein Bediensystem, das eine einheitliche, anwenderfreundliche, integrierte Bedienung im neuen Design schafft. Durch Standardisierung und Zentrale Systeme realisiert das iLBS Hardware- und Bauformunabhängigkeit und bietet somit Möglichkeiten zur Erhöhung der Flexibilität, Effizienz und Senkung der Kosten. Zudem öffnet die Herstellerunabhängigkeit den Wettbewerb.
Mit dem iLBS haben wir eine innovative und zukunftsoffene Technik, die entsprechend funktional ist und die Fdl begeistert. Wir können sowohl neue Digitale Stellwerke (DSTW) als auch herkömmliche Elektronische Stellwerke (ESTW) bedienen, wodurch Investitionen nachhaltig möglich sind.
Das eindeutige Fazit lautet: Mit dem iLBS gelingen entscheidende Schritte zur Erhöhung der Qualität im Betrieb, zur optimalen Anwenderfreundlichkeit und für die Umsetzung der Strategie der DSD. Das iLBS ist das Bediensystem mit Zukunft. ■

AUTOR | AUTHOR

Dipl.-Verw.-Betriebsw. Anke Wiedenroth, MBA
Bauartverantwortung Leit- und Meldeanlagensysteme (LMS) /
Construction management control and signaling systems
DB InfraGO AG
Anschrift / *Address*: Caroline-Michaelis-Straße 5-11, D-10115 Berlin
E-Mail: anke.wiedenroth@deutschebahn.com

tions, which will result in fewer shutdowns and reduce the time pressure during replacement. This should have a positive impact on quality. The new interface also makes it possible to clearly identify the sources of any errors.
On the other hand, the iCOS has opened the door for the nationwide migration to the digital future. The DSTW-ETCS-iCOS triad provides the necessary basic technology.
In addition, sustainable investments can also be made for the existing fleet, as even smaller electronic interlocking systems can already migrate to the iCOS and are thus optimally prepared for the future. Accordingly, many iCOS start-ups have been scheduled for the coming years (fig. 5).

4 Summary

More than 1500 operator stations will control rail traffic with the newly integrated operating system starting with the three commissioning steps in the reference implementation. An enormous number of employees will work with this human-machine interface at modern daylight workstations. The iCOS is an operating system that has created a uniform, user-friendly, integrated operating system in a new design. The iCOS has utilised standardisation and central systems to realise hardware and design independence and offer options for increased flexibility and efficiency and reduced costs. In addition, the manufacturer independence opens up competition.
The iCOS is an innovative, future-oriented technology that works and inspires dispatchers. We can operate both new digital interlockings (DSTW) and conventional electronic interlockings, which makes sustainable investments possible.
The clear conclusion is that decisive steps have been taken to increase the quality of operations, optimise user-friendliness and implement the Digital Rail Germany strategy with the iCOS. The iCOS is an operating system with a future. ■

Digitale Nutzung durch https://www.dbinfrago.com/ mit freundlicher Genehmigung der DVV Media Group, 2024