

2202 DAS DIGITALE STELLWERK

Zielsetzungen für die Implementierung – kritisches Review der derzeitigen Möglichkeiten

Bericht zur II. InES-Serie

01.12.2022

Zertifiziert nach ISO 9001

INHALTSVERZEICHNIS

0.	Executive Summary	3
1.	Aufgabenstellung	4
2.	Eigenschaften der Stellwerkstechnologie	5
2.1.	Aktuelle Technologie Elektronisches Stellwerk	5
2.2.	Digitales Stellwerk.....	7
2.3.	EULYNX.....	9
3.	Zielsetzungen.....	11
4.	Geplante Umsetzung	11
4.1.	Änderungen am Investitionsbedarf	12
4.2.	Instandhaltung und Betrieb	12
5.	Umsetzungsstand	13
5.1.	Umsetzungsstand bei der ÖBB-Infrastruktur AG.....	13
5.2.	Umsetzungsstand außerhalb Österreichs	14
5.3.	Asset Strategie Stellwerke der ÖBB-Infrastruktur AG	14
5.4.	Risiken und Gegenmaßnahmen.....	15
6.	Weitere Rahmenbedingungen	17
7.	Beurteilung des derzeitigen Wissenstands.....	18
8.	Verzeichnisse	21
8.1.	Allgemeine Angaben	21
8.2.	Abkürzungsverzeichnis.....	21
8.3.	Abbildungsverzeichnis	22

0. EXECUTIVE SUMMARY

Die ÖBB-Infrastruktur AG hat, eingebettet in diverse Harmonisierungs- und Digitalisierungsvorhaben auf europäischer Ebene, eigene Programme konzipiert und mit deren Umsetzung begonnen. Einen wesentlichen Bestandteil der Digitalisierungsvorhaben der ÖBB-Infrastruktur AG stellt im Bereich der Stellwerke der zukünftige Einsatz digitaler Stellwerkstechnik (DSTW) dar.

Damit einhergehend wird eine Zentralisierung der Sicherungstechnik in Angriff genommen und in Verbindung mit dem Einsatz von europäisch standardisierten Systemen sowohl eine Kosteneinsparung als auch eine effizientere Umsetzung der Projekte erwartet.

Der Aufbau digitaler Stellwerke unterscheidet sich fundamental von bisherigen Stellwerkstypen. Die Stelllogiken werden in Rechenzentren zusammengefasst und die Ansteuerung der Außenelemente (Weichenantriebe, Signale, etc.) erfolgt nicht mehr aus Stellwerksräumen, sondern dezentral durch Objektcontroller. Die Schnittstellen wurden dazu von der European Initiative Linking Interlocking Subsystems (EULYNX) standardisiert.

Das digitale Stellwerk erfordert ein hochverfügbares und leistungsfähiges Datennetzwerk zu den Außenelementen, Rechenzentren an geeigneten Standorten und Maßnahmen für die Cybersicherheit.

Der erwartete Nutzen umfasst die Verringerung von Anlagenteilen entlang der Bahnstrecken und damit die Reduktion der Komplexität in der Fläche, die Kostensenkung durch die Öffnung des Lieferantenmarktes infolge europaweit genormter Komponenten und eine Steigerung der Verfügbarkeit gegenüber bisheriger Stellwerkstypen.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt bereitet die ÖBB-Infrastruktur AG die Ausschreibung für das DSTW vor. Das Ausmaß der Kostensenkung kann somit erst ermittelt werden, wenn die benötigten Produkte verfügbar sind. Derzeit wird das Jahr 2026 als Startzeitpunkt für den Einsatz von DSTW angenommen, wobei jedoch Risiken aus der Leistungsfähigkeit der Hersteller und bei der Zulassung bestehen die außerhalb des Einflussbereichs der ÖBB-Infrastruktur AG liegen.

Da die Bestandstechnik nicht vorzeitig abgelöst werden soll, bleibt bis zum Ende der Nutzungsdauer dieser Stellwerke ein Mischbetrieb von unterschiedlichen Technologien bestehen.

Die erwarteten Kostenvorteile verteilen sich über den gesamten Lebenszyklus der DSTW. Die Einmalkosten für Zentralisierung und Datennetze sowie die laufenden Kosten für Cybersecurity verteilen sich auch über weitere Gewerke, wodurch Synergien entstehen und die Kostenvorteile der neuen Stellwerkstechnologien überwiegen, die sukzessive im Rahmen des Rollouts erzielt werden.

I. AUFGABENSTELLUNG

Seit einigen Jahren haben die Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) und Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) Europas für ihren jeweiligen Bedarf optimierte Digitalisierungsprogramme eingeleitet.

Auch die ÖBB-Infrastruktur AG hat diverse Digitalisierungsvorhaben konzipiert und mit deren Umsetzung begonnen. In den Jahresberichten der Mittelverwendungskontrolle Ausrüstung wird die Umsetzung der Rahmenplanzeile „Digitalisierung und Automatisierung (BST599)“ behandelt.

Einen wesentlichen Bestandteil der Digitalisierungsvorhaben der ÖBB-Infrastruktur AG stellt im Bereich der Stellwerke der zukünftige Einsatz Digitaler Stellwerkstechnik (DSTW) dar. Der zukünftige Einsatz Digitaler Stellwerkstechnik (DSTW) geht mit einer Zentralisierung der Sicherungstechnik einher.

Es wird sowohl eine Kosteneinsparung als auch eine effizientere Umsetzung der Projekte erwartet.

Im Zuge dieses Berichts werden die derzeitigen Möglichkeiten erhoben und weitere, noch erforderliche Maßnahmen beschrieben, um sowohl die beabsichtigte Zentralisierung als auch die gewünschte Kostensenkung zu erreichen.

Ergänzend wird festgehalten, welche zusätzlichen Maßnahmen bzw. technischen Systeme als Voraussetzung für den Einsatz digitaler Stellwerke erforderlich sind.

Das derzeit laufende Beschaffungsvorhaben ist kein Bestandteil dieses Berichts.

In Kapitel 2. findet sich eine Beschreibung der betrachteten Technologien.

Das Kapitel 3. enthält die Zielsetzungen, welche mit dem Einsatz DSTW verfolgt werden und Kapitel 4. die geplante Umsetzung zur Erreichung der Ziele.

Der aktuelle Umsetzungsstand wird in Kapitel 5. beschrieben, wobei in knapper Form auch auf andere Bahnbetreiber eingegangen wird. Auch die Projektrisiken werden in diesem Kapitel behandelt.

In Kapitel 6. finden sich die erforderlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz von DSTW.

Abschließend enthält das Kapitel 7. die Zusammenfassung und Beurteilung der Inhalte aus den vorherigen Kapitel.

2. EIGENSCHAFTEN DER STELLWERKS- TECHNOLOGIE

2.1. Aktuelle Technologie Elektronisches Stellwerk

Bei der Neuerrichtung von Stellwerken werden derzeit Elektronische Stellwerke (ESTW) realisiert. Diese bestehen aus einem Stellwerksrechner und Peripheriebaugruppen (z.B. Signalbaugruppen, Weichenbaugruppen) für die Ansteuerung der Außenanlagen.



Abbildung 1: Stellwerksrechner eines ESTW (Quelle: Siemens AG, Mobility Division)

Im Stellwerksrechner ist die gesamte Logik für die Ansteuerung der Außenanlagen enthalten.

Die Baugruppen werden von Stellwerklieferanten spezifisch für die Ansteuerung der Anlagenelemente hergestellt und verbaut.



Abbildung 2: Beispiel für Peripheriebaugruppen (Quelle: Siemens AG, Mobility Division)

In der Gesamtkonstellation befindet sich das ESTW an zentraler Stelle vor Ort. Es bildet die Verbindungen zur Gleisfreimeldung (GFM), Gleisstromisolierung, Achszähler, den Weichen, den Eisenbahnkreuzungssicherungsanlagen (EKSA) und den Signalen.

Der Anteil an ESTW im Streckennetz der ÖBB-Infrastruktur AG beträgt derzeit 51 %.

Die Bedienung der EKSA erfolgt mittlerweile überwiegend von zentraler Stelle. Dabei werden diese aus einer der fünf Betriebsführungszentralen (BFZ) oder aus regionalen Betriebsfernsteuerzentralen bedient.

Als weitere angrenzende Systeme gibt es insbesondere noch das Radio Block Center (RBC) für das European Train Control System (ETCS), die Rechner für die Elektronische Verschubstraßenanforderung (EVA) und AWS 2.0 (Signal Controlled Warning System - SCWS), den Nachfolger des Automatischen Warnsystems (AWS).

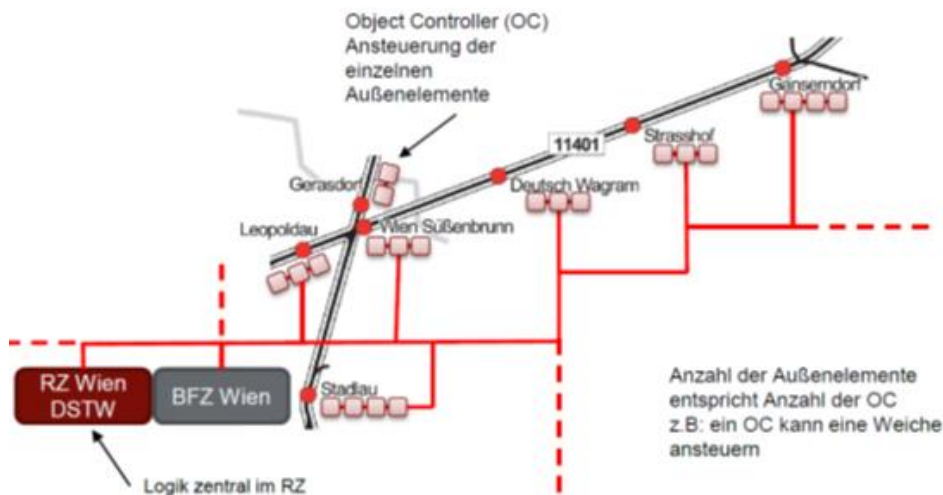


Abbildung 5: Systemaufbau mit DSTW (Quelle: ÖBB-Infrastruktur AG)

Die Software, welche die jeweilige Stelllogik enthält, wird als Virtuelles Stellwerk (VSTW) bezeichnet (siehe Abbildung 6).

In dieser Konstellation bleiben die zentralen Stelllogiken der VSTW im DSTW-Rechenzentrum voneinander separiert, wobei sie rückwirkungsfrei arbeiten müssen und eine Störung oder ein Ausfall einer einzelnen Stelllogik die Verfügbarkeit der anderen Stelllogiken nicht beeinflussen bzw. nicht verringern dürfen.

Um bei einer Änderung nicht eine gesamte Strecke oder einen noch größeren Bereich zu beeinträchtigen, ist es nötig, dass die zentralen Stelllogiken unabhängig voneinander gestartet, beendet oder aktualisiert werden können.

Analog zum BFZ-Ausfallskonzept ist zur Erhöhung der Verfügbarkeit eine georedundante Ausführung vorgesehen.

Für die VSTW im DSTW-Rechenzentrum ist die Möglichkeit von Softwareupdates mittels Fernzugriff vorgesehen.

Auch beim DSTW gibt es eine Reihe von Umsystemen, wobei die Kommunikation standardisiert erfolgen soll.

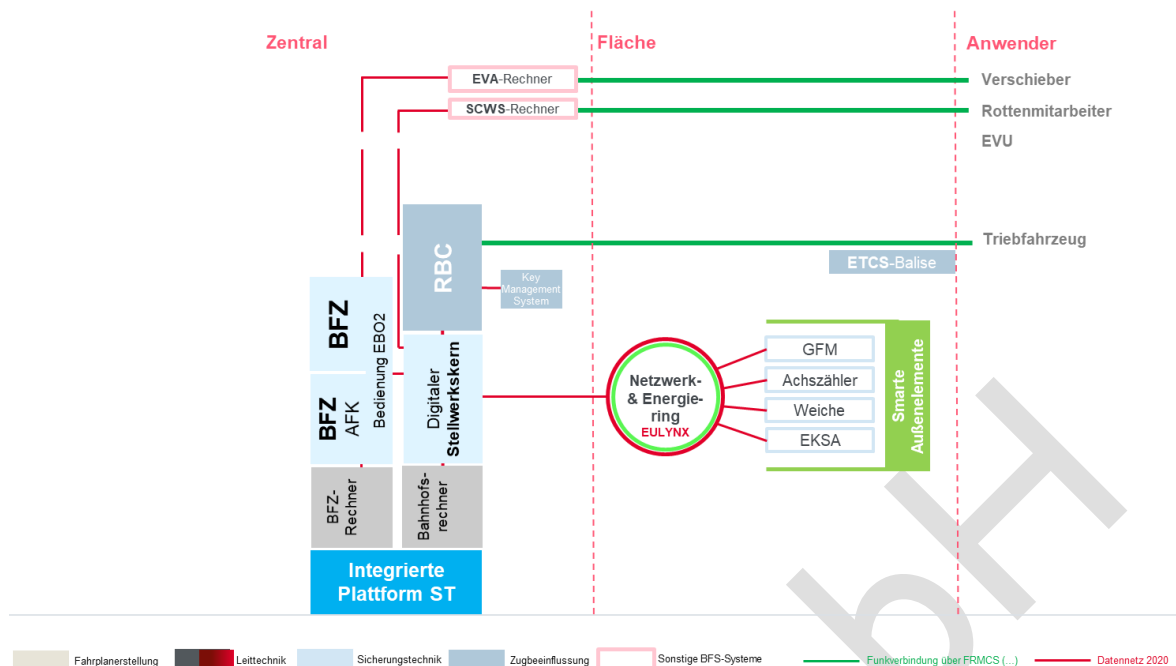


Abbildung 6: Systemübersicht für das DSTW mit ETCS (Quelle: ÖBB-Infrastruktur AG)

2.3. EULYNX

Im Rahmen der Europäischen Initiative für die Schnittstellenstandardisierung im Stellwerksbereich (EULYNX) wurden die Architektur und die Schnittstellen einer zukünftigen Stellwerkstechnik vereinheitlicht.

EULYNX ist eine Organisation, die derzeit aus 13 Infrastrukturbetreibern besteht. Diese sind Bane Nor (Norwegen), Vöylä (Finnland), Trafikverket (Schweden), Slovenske železnice Infrastruktura (Slowenien), Société nationale des chemins de fer luxembourgeois (CFL, Luxemburg), Société nationale des chemins de fer français (Frankreich), Infrabel (Belgien), Network Rail (UK), ProRail (Niederlande), Rete Ferroviaria Italiana (Italien) Deutsche Bahn Netz AG (DB Netz AG) Deutschland, SBB (Schweiz) und die ÖBB-Infrastruktur AG.

Das Ziel von EULYNX ist die Erstellung und Weiterentwicklung einer Spezifikation für eine hersteller- und betreiberunabhängige Zugsicherung mit definierten Schnittstellen zwischen der Stellwerkslogik und den Außenelementen bzw. Umsystemen. Die Kommunikation soll auf frei verfügbaren IT / Telekom-Standards basieren. An dieses Netzwerk werden, wie bereits oben beschrieben, sowohl die Stellwerke als auch die Außenelemente angeschlossen. Ebenfalls befinden sich Überwachungs- und Diagnosesysteme im Netzwerk.

Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick des EULYNX-Systems.

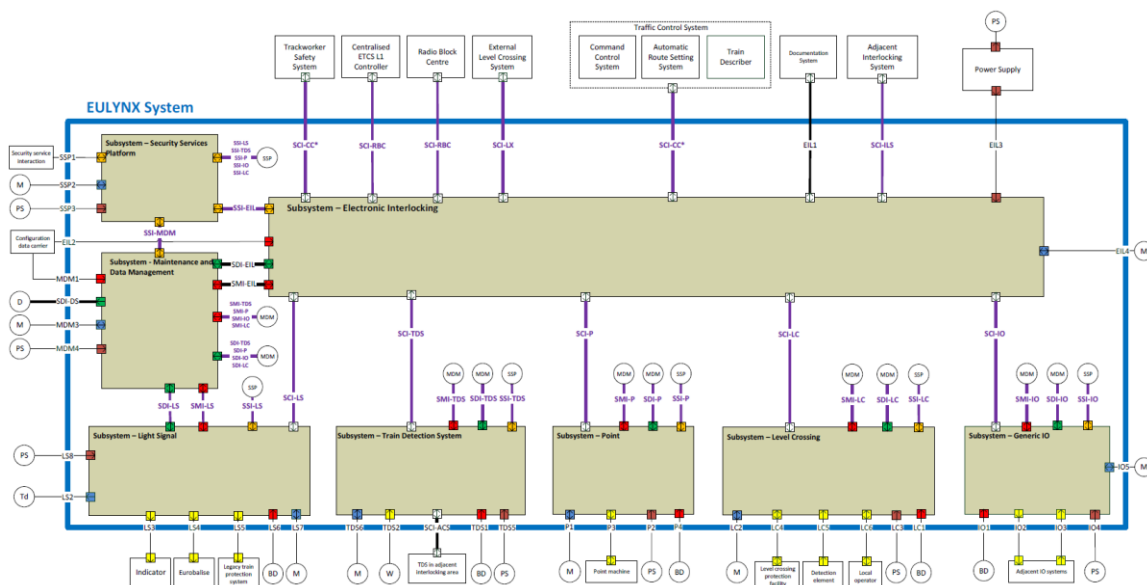


Abbildung 7: Übersicht der EULYNX-Architektur (Quelle: EULYNX)

Die wesentlichen Schnittstellen zu den Außenanlagen sind dabei jene zu den Weichen, den Lichtsignalen, den GFM und den EKSA.

Weitere Schnittstellen gibt es zu den technischen Warnsystemen für das im Gleisbereich arbeitende Personal, zum RBC, zu den Systemen der Zuglenkung und Disposition, zur Datensicherheit und zu Wartungs- und Diagnosesystemen.

Die Kommunikation erfolgt über standardisierte Schnittstellen, ebenso zu den Wartungs- und Diagnoseschnittstellen.

Für die OC der Außenelemente ist die Möglichkeit von Softwareupdates und Neukonfiguration mittels Fernzugriff vorgesehen.

Die ÖBB-Infrastruktur AG sieht standardisierte funktionale Außenelemente gemäß EULYNX vor (siehe Abbildung 7).

Die tatsächliche Ausgestaltung wird sich erst im Zuge der Ausschreibung ergeben.

3. ZIELSETZUNGEN

Die ÖBB-Infrastruktur AG verfolgt mit dem DSTW folgende Zielsetzungen:

- Steigerung der Verfügbarkeit durch redundanten bzw. georedundanten Aufbau der Stellwerkslogik in Rechenzentren
- Verringerung der Komplexität in der Fläche
- Reduktion der Anlagenteile entlang der Bahnstrecken (Hochbauten, etc.)
- Kostensenkung durch Öffnung des Lieferantenmarkts aufgrund des Einsatzes genormter Komponenten und Schnittstellen (Europäische Standards sowie EULYNX)
- Einsparungen in der Instandhaltung durch erweiterte Diagnosemöglichkeiten und Diagnose-Datenschnittstellen für Predictive Maintenance

4. GEPLANTE UMSETZUNG

Um die angestrebten Kosteneinsparungen erreichen zu können, sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Die Realisierung der OC für die Außenanlage und die Stelllogik sollen der EULYNX-Architektur entsprechen. Es kommen zu den Außenelementen nur durch EULYNX standardisierte Schnittstellen zum Einsatz. Spezifische Lösungen nur für die Anwendung in Österreich sollen vermieden werden.
- Die Außen- und Innenanlagen sollen unabhängig von den jeweiligen Lieferanten kombinierbar sein.
- Die Verantwortung für die Gesamtintegration inklusive Sicherheitsnachweis übernimmt der Hersteller der zentralen Steuerungslogik.
- Die Sicherheitsnachweisführung für die funktionale Sicherheit der Stelllogik (d.h. der Software) und der Hardware im Rechenzentrum sollen getrennt voneinander erfolgen, um die Hardware bei Bedarf ersetzen zu können. Dies ermöglicht es, handelsübliche Komponenten zu verwenden (COTS; commercial off the shelf).
- Es ist vorgesehen, ein Konzept für Updates der OC zu entwickeln, um diese auf neue Ausgabestände der EULYNX-Spezifikation heben zu können. Dies soll zukünftige Verbesserungen, allfällige Fehlerbehebungen oder nützliche Zusatzfunktionen ermöglichen.

Im Zuge der Migration von den bisherigen Stellwerkstypen hin zum DSTW ist vorgesehen:

- Grundsätzlich soll die Bestandstechnik nicht vorzeitig abgelöst, sondern bis zum Ende der technischen Laufzeit betrieben werden. Davon kann abgewichen werden, wenn aus strategischen Vorgaben (z.B. achsenweite einheitliche Zugsteuerung) vorzeitige Erneuerungen wirtschaftlicher sind und folglich beschlossen werden.
- Die Kommunikation zwischen benachbarten Anlagen erfolgt über standardisierte Schnittstellen.

4.1. Änderungen am Investitionsbedarf

Beim Hochbau kommt es zu Einsparungen, weil die Ansteuerung der Außenelemente in Schaltschränken bzw. kleineren Stationen, die überdies in modularer Bauweise errichtet werden können, situiert wird. Dadurch kann der Platzbedarf vor Ort reduziert werden.

Da die Stellwerkslogik in Rechenzentren zentralisiert wird, ergibt sich für deren Unterbringung ein entsprechender Platzbedarf.

Durch die dezentrale Ansteuerung mit OC kommt es zu einer Reduktion der sicherungstechnischen Verkabelung. Die Kabeldimensionen und -querschnitte können kleiner ausfallen.

Das Datennetz muss redundant aufgebaut sein.

Neben der Zentralisierung der Stellwerkslogik und der Vereinfachung der Verkabelung zur Außenanlage ist ein maßgeblicher Hebel für die Kostensenkung die Verwendung von COTS-Industriekomponenten anstelle der herstellerspezifischen Systeme, die praktisch exklusiv auf Stellwerksanwendungen beschränkt und durch die kleineren Stückzahlen vergleichsweise teuer sind.

Durch die Standardisierung der dezentralen Außenelemente mittels EULYNX wird erwartet, dass die größeren Stückzahlen und die größere Anzahl von möglichen Anbietern die Preise senken werden.

Infolge der geplanten Durchführung von Remote-Updates soll der Aufwand für Änderungen reduziert werden. Dazu ergeben sich Änderungen der Wertschöpfungskette, da die Planungs- und Umsetzungsprozesse zukünftig weitgehend über den geplanten Rahmenvertrag abgerufen werden sollen. Dies bietet die Möglichkeit, die verfügbaren Ressourcen effizienter für die einzelnen Umsetzungsprojekte einzusetzen.

4.2. Instandhaltung und Betrieb

Durch umfangreiche Selbstdiagnose (predictive Maintenance) der mit entsprechenden Eigendiagnosen versehenen „smarten“ Außenelemente und durch Übertragung der Diagnoseergebnisse an die zentralen Wartungs- und Diagnoserechner (mit der Möglichkeit der zentralen Datensammlung der Außenelemente) sollen die Instandhaltungskosten sowie die Kosten bei Störungen des Eisenbahnverkehrs durch predictive Maintenance minimiert werden.

Durch die Standardisierung reduziert sich überdies die Komplexität in der Fläche und es soll ein vereinfachter Austausch von standardisierten Komponenten möglich werden.

5. UMSETZUNGSSTAND

5.1. Umsetzungsstand bei der ÖBB-Infrastruktur AG

Die ÖBB-Infrastruktur AG hat in Achau ein Pilotstellwerk (Distributed Smart Safe System Plattform (DS³)) errichten lassen. Der Aufbau erfolgte in einem vom konventionellen Bestandsstellwerk unabhängigen Rechnerschrank.

Die Bestandanlage bleibt bis auf Weiteres bestehen.

Mit dem Pilotstellwerk wurden erfolgreiche Feldtests durchgeführt.

Seit November 2020 wird das Pilotstellwerk im Regelbetrieb mit Sicherheitsverantwortung eingesetzt. Bei Verfügbarkeitsproblemen kann jederzeit auf das konventionelle Stellwerk rückgeschaltet werden.

Mit dem Pilotstellwerk konnte die Auflösung der geografischen Bindung des Stellwerkskerns von der Außenanlage für theoretisch unbegrenzte Stellbereiche nachgewiesen werden.

Die Verwendung eines handelsüblichen Standardserver (COTS-Server bzw. -Hardware) ermöglicht hardwareunabhängige Reinvestitionszyklen für den Stellwerkskern und damit auch die Migrationsfähigkeit von Bestandsanlagen.

Die wesentlichen Unterschiede zwischen dem DSTW in Achau und der Zielarchitektur sind:

- Beim Pilotprojekt in Achau wurden keine standardisierten, herstellerunabhängigen Schnittstellen gemäß EULYNX-Spezifikation eingesetzt.

- Der Stellwerkskern ist zwar von den Stellteilen separiert, aber befindet sich räumlich direkt daneben.
- Die Stellteile befinden sich noch zentralisiert und nicht als OC bei den Außenanlagenelementen.
- Die Stellteile sind noch in konventioneller Form ausgeführt.
- Es wurde keine dezentrale Ansteuerung der Außenelemente realisiert.

Fazit:

Das Pilotstellwerk entspricht nicht der geplanten Zielarchitektur. Es wurde mit dem Pilotprojekt lediglich nachgewiesen, dass ein Stellwerkskern auf einem handelsüblichen Standardserver (COTS-Server Hardware) betrieben werden kann.

5.2. Umsetzungsstand außerhalb Österreichs

Im Folgenden werden die verfügbaren Informationen in kompakter Form dargestellt:

- Bane Nor hat eine Gesamtvergabe an Siemens durchgeführt. Dabei sollen Internetprotokoll-gesteuerte Außenanlagen zum Einsatz kommen.
- Die DB AG hat Schnellläuferprogramme mit unterschiedlichen Herstellern zur Erprobung von EULYNX-Schnittstellen gestartet. Sie agiert dabei als Gesamtintegrator. Unter anderem hat das Digitale Stellwerk von Hitachi Rail die betrieblichen und funktionalen Tests bestanden.
- ProRail hat eine Innovationspartnerschaft mit mehreren Lieferanten und wickelt die Integration verschiedener Hersteller ab.
- Die CFL verfolgt eine Migrationsstrategie in Kombination mit ECTS LI+ (ETCS Level I mit einer deutlich größeren Dichte an ETCS-Balisen, um eine an ETCS Level 2 angenäherte Datenübertragungsdichte zu erreichen), wobei die Stellwerkstechnik von Scheidt & Bachmann geliefert wird.
- Bei der SBB läuft derzeit die Lastenhefterstellung, wobei EULYNX in die Stellwerksarchitektur mit OC einbezogen wird.

5.3. Asset Strategie Stellwerke der ÖBB-Infrastruktur AG

Die Asset Strategie Stellwerke (auch als Stellwerksbebauungsplan bezeichnet), welche auch die Reinvestition von Bestandsstellwerken umfasst, ist derzeit in Erstellung und wird im Jahr 2023 vorliegen.

Grundsätzlich wird danach getrachtet, dass die Reinvestition unter Berücksichtigung der verschiedenen Treiber (technische Nutzungsdauer, Migrationspläne für z.B. ETCS oder BFZ, Attraktivierungsprojekte, etc.) zum optimalen Zeitpunkt erfolgt.

5.4. Risiken und Gegenmaßnahmen

Die ÖBB-Infrastruktur AG hat drei grundlegende Risiken identifiziert, die bei der Beschaffung und der Zulassung von DSTW zu erwarten sind.

Risiko R1 umfasst das Szenario, dass der bzw. die Auftragnehmer in der Entwicklung eines EULYNX-DSTW erst am Anfang stehen und diese bis zum vorgesehenen Rollout nicht fertigstellen können. Die geplante Umsetzung (Terminschiene) würde sich erheblich verzögern und die Zulassung wäre gefährdet.

Risiko R2 hat als Grundlage, dass die von der ÖBB-Infrastruktur AG geplante Terminschiene nicht eingehalten werden kann. Dies hätte zur Folge, dass die Feature Roadmap (enthält die Zeitpunkte, zu denen die jeweils vorgesehenen Produkteigenschaften verfügbar sein müssen) angepasst, d.h. gestreckt werden muss.

Da jedoch durch den bestehenden Rahmenvertrag für ESTW ein Abruf von ESTW der zweiten Generation weiterhin möglich ist, ergibt sich keine Lücke durch übermäßig lange im Einsatz befindliche oder nicht mehr funktionsfähige Stellwerke. Falls ein Terminverzug Funktionen betrifft, die nicht sicherheitsrelevant sind, können diese im Zuge von Updates bzw. Upgrades nachgezogen werden.

Risiko R3 bündelt das Zulassungsrisiko. Wenn der Zulassungsprozess durch einen Stakeholder verzögert oder abgelehnt (z.B. durch die Behörde) wird, würde sich die Terminschiene verzögern und Projektkosten steigen.

Die Risiken wurden von der ÖBB-Infrastruktur AG folgendermaßen eingestuft:

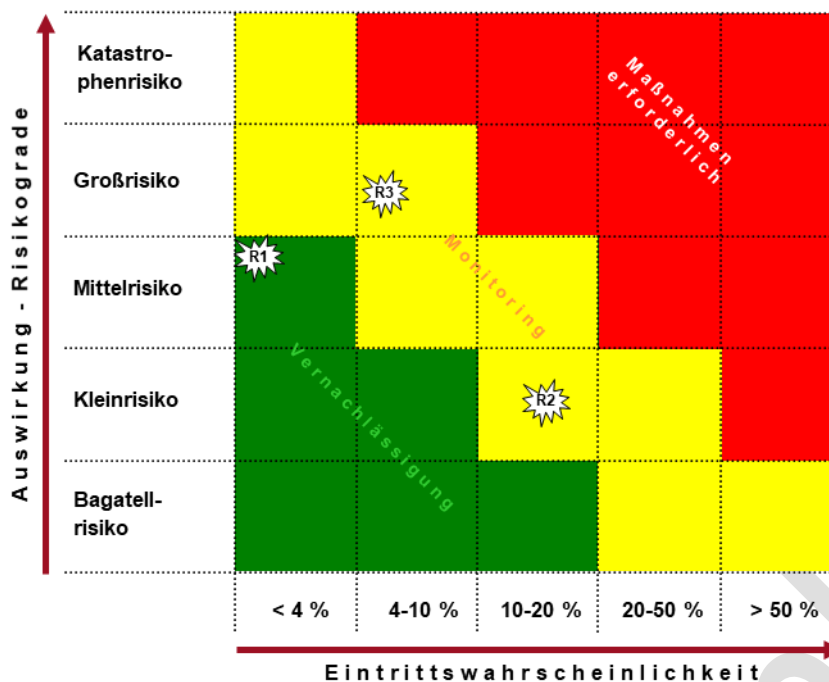


Abbildung 8: Projektrisiken (Quelle: ÖBB-Infrastruktur AG)

Die Eintrittswahrscheinlichkeit für Risiko R1 wurde von der ÖBB-Infrastruktur AG als sehr gering eingestuft, da in der Ausschreibung entsprechende Mindestkriterien festgelegt werden. Nur Bieter die bereits Pilot- oder Forschungsprojekte aufweisen können, dürfen an der Ausschreibung teilnehmen.

Als Maßnahmen zur Minimierung der Eintrittswahrscheinlichkeit von R1 wurden die Festlegung der Eignungskriterien, einer Feature Roadmap und eines Monitorings während der Ausschreibung festgelegt.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit für R2 wurde von der ÖBB-Infrastruktur AG mit 10 bis 15 % als gering eingestuft, da die Entwicklung bei vielen Herstellern bereits weit fortgeschritten ist und die Entwicklung durch die Kopplung an EULYNX getrieben wird.

Die Risikominimierung für R2 beruht im Wesentlichen darauf, den EULYNX Standard auszuschreiben und damit Sonderlösungen zu vermeiden. Die Hersteller sind dadurch einem größeren Kundenkreis verpflichtet, eine einheitliche Lösung zu liefern. Die Abstimmung des Zeitplans erfolgt mit den potentiellen Lieferanten während der Ausschreibung.

Für das Zulassungsrisiko R3 wurde von der ÖBB-Infrastruktur AG eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 4 bis 10 % (d.h. sehr gering) ermittelt, da die Feature Roadmap eine Staffelung der zum Teil kritischen Funktionen vorsieht und diese, falls erforderlich, gestreckt werden können.

Für die Minimierung des Risikos R3 ist ein frühzeitiger Informationsaustausch mit allen relevanten Stakeholdern (Oberste Eisenbahnbehörde, Verkehrsarbeitsinspektorat) vorgesehen. Da die Hersteller die DSTW-Komponenten entsprechend den aktuellen europäischen Normen entwickeln müssen, ist auch die für die Zulassung erforderliche Einhaltung des Stands der Technik gewährleistet. Die Feature Roadmap ist auch ein Bestandteil der Risikominimierung für R3.

6. WEITERE RAHMENBEDINGUNGEN

Zusätzlich zum Beschaffungsvorhaben des DSTW sind weitere Tätigkeiten erforderlich.

Zunächst muss ein hochverfügbares und leistungsfähiges Datennetzwerk zu den Außenelementen (OC) für die sicherheitsrelevante Kommunikation mit dem Rechenzentrum hergestellt werden.

An geeigneten Standorten, die im Zuge der Infrastrukturentwicklung festgelegt werden, sind Rechenzentren für die Unterbringung der Stellogiken (VSTW) zu errichten.

Die DSTW werden im Zielzustand redundant und georedundant ausgeführt, um die Verfügbarkeit zu erhöhen. Die Lebenszyklen von Soft- und Hardware werden dabei entkoppelt.

Die ÖBB-Infrastruktur AG muss in weiterer Folge die bestehenden Richtlinien an die neuen Rahmenbedingungen des DSTW (neue Komponenten mit entsprechenden Einsatzbedingungen, neue Planungsanforderungen, etc.) anpassen.

Für die Rechenzentren und Außenelemente muss im Sinne der Cybersecurity eine Bedrohungsanalyse durchgeführt werden.

Das DSTW wird durch das Security Operations Center (SOC) der ÖBB-Infrastruktur AG in Bezug auf Cybersecurity überwacht. Die Security-Verwaltung wird entsprechend den Ergebnissen der Bedrohungsanalyse eingerichtet.

Es wird angemerkt, dass EULYNX dazu bereits ein Security-Konzept im Rahmen der Spezifikation zur Verfügung stellt, dessen Anforderungen auf der Security Threat and Risk Analysis basieren.

Zusätzlich ist auch die Einhaltung der zutreffenden Gesetze, Richtlinien und Normen (z.B. Netz- und Informationssystemsicherheitsgesetz (NIS-G), die Norm IEC 62443, die technische Spezifikation TS 50701) sicherzustellen.

Für die Datenverschlüsselung müssen eine Public Key Infrastructure (PKI) für das Zertifikatmanagement etabliert, das Zugriffsmanagement und die kryptographische Ende-zu-Ende Schutzmechanismen eingerichtet werden.

Unabhängig von den technischen und organisatorischen Maßnahmen sieht die ÖBB-Infrastruktur AG die aktive Teilnahme an der Weiterentwicklung des System Pillar inklusive EULYNX vor, um den Investitionsschutz sicherzustellen. D.h. die Weiterentwicklung muss die Kompatibilität mit den jeweiligen Generationen des DSTW garantieren.

7. BEURTEILUNG DES DERZEITIGEN WISSENSTANDS

Auf Basis der vorangegangenen Kapitel wird im Folgenden der Umsetzungsstand bzw. die Erreichbarkeit der Ziele aus Kapitel 3. beurteilt und eine Prognose für den zukünftigen Einsatz vorgenommen.

Es wurden bereits wesentliche Aktivitäten für das Beschaffungsvorhaben gesetzt. Dazu zählen etwa eine Präverlautbarung sowie eine Sensibilisierung des Marktes in Bezug auf die Vorhaben der ÖBB-Infrastruktur AG. Weiters wurde die Ausschreibung mit der Bietersuche gestartet.

Die Steigerung der Verfügbarkeit durch einen redundanten bzw. georedundanten Aufbau, die Verringerung der Komplexität in der Fläche sowie die Reduktion der Anlagenteile entlang der Bahnstrecken sind ein integraler Bestandteil des Systemkonzepts und ergeben sich bei der Umsetzung automatisch.

Das Ausmaß der Kostensenkung durch die Öffnung des Lieferantenmarkts aufgrund des Einsatzes genormter Komponenten und Schnittstellen kann erst ermittelt werden, wenn die benötigten Produkte verfügbar sind. Bisher wurden mögliche Kostensenkungen mit einer eingeschränkten Preisstabilität auf Basis der Konzepte kalkuliert und den Beschlussfassungen der ÖBB-Infrastruktur AG zugrunde gelegt. Nach Abschluss der Vergabeverfahren werden diese Bewertungen evaluiert und die

Kostenstabilität entsprechend erhöht. Das trifft auch auf die beabsichtigten Einsparungen in der Instandhaltung durch erweiterte Diagnosemöglichkeiten und Predictive Maintenance zu.

Der Einsatzzeitpunkt von DSTW wurde mit 2026 festgelegt. Bezüglich der Verzögerungen, die sich aus den Risiken ergeben können, werden entsprechende Gegensteuerungsmaßnahmen gesetzt. Die Terminplanung wird laufend auf Basis des aktuellen DSTW-Projektfortschrittes aktualisiert.

Die ÖBB-Infrastruktur AG hat eine Risikoeinschätzung durchgeführt und Gegenmaßnahmen definiert. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Risiken schlagend werden, wird damit in jenem Ausmaß reduziert, das von der ÖBB-Infrastruktur AG beeinflussbar ist.

Die Risiken, dass die Hersteller größere Verzögerungen verursachen, ist durch die Vereinheitlichung durch EULYNX geringer, weil betreiberspezifische Sonderlösungen wegfallen und eine größere Anzahl an Kunden auf die rechtzeitige Lieferung angewiesen ist.

Das Zulassungsrisiko hat die größte Auswirkung und verbleibt auch in der Kombination mit der Eintrittswahrscheinlichkeit als größtes Restrisiko bestehen.

Die Sicherheit und Ordnung des Eisenbahnbetriebs ist jedoch in keinem Fall beeinträchtigt, da in diesem Fall weiterhin ESTW errichtet werden. Der technische und wirtschaftliche Nutzen ist jedoch auf Basis der Ausschreibungsergebnisse quantifizierbar und kann gegenüber Lieferanten auch mit Pönalen belegt werden.

Für den Aufbau des erforderlichen Datennetzwerkes zwischen den Außenanlagen und dem Rechenzentrum ist noch der nutzbare Bestand an Datenverbindungen zu erheben und ein Ausbauplan zu erstellen.

Die Maßnahmen zur Cybersecurity sind eine wesentliche Grundvoraussetzung für den Betrieb von DSTW, da diese ein bedeutendes Ziel für mögliche Angreifer sind. Der Schutzbedarf des DSTW wird im Rahmen der laufenden Vorhaben ermittelt und in den Strukturen der ÖBB-Infrastruktur AG sowohl technisch als auch kommerziell berücksichtigt.

Die Anpassung der bestehenden Richtlinien an die neuen Rahmenbedingungen des DSTW durch die ÖBB-Infrastruktur AG kann erst beginnen, wenn die tatsächlichen Produkteigenschaften bekannt

sind. Bei der inhaltlichen Abwicklung kann vorausgesetzt werden, dass diese von der ÖBB-Infrastruktur AG umgesetzt wird.

Da die Bestandstechnik nicht vorzeitig abgelöst werden soll, bleibt bis zum Ende der technischen Nutzungsdauer der Bestandstechnik ein Mischbetrieb von unterschiedlichen Technologien bestehen. Für den ersten Einsatz von DSTW werden Einmalkosten für die Zentralisierung und die Datennetze entstehen und laufenden Kosten für Cybersicherheit anfallen.

Über den gesamten Produktlebenszyklus ergibt sich damit eine Kostenreduktion, da die erwarteten Kostenvorteile die Einmalkosten überwiegen.

Auch die erwarteten funktionalen Vorteile werden entsprechend dem Stellwerkbebauungsplan über einen Zeitraum von etwa 25 Jahren im Gesamtnetz verfügbar werden.

Als Startzeitpunkt für den Einsatz von DSTW wird derzeit 2026 angenommen.

8. VERZEICHNISSE

8.1. Allgemeine Angaben

Auftraggeber:	BMK
Prüfgegenstand:	InES-Serie 2022
Prüfungsleiter:	Gerhard Lueger
Mitarbeit von ÖBB-Infrastruktur AG:	Wolfgang Frenzl Peter Knechtsberger Martin Perndl Christian Kispert Michael Bernt Benjamin Auer Manfred Jonach Karl Brunner
Verteiler:	BMK SCHIG mbH

8.2. Abkürzungsverzeichnis

AG	Aktiengesellschaft
AWS	Automatisches Warnsystem
BFZ	Betriebsführungszentrale
CFL	Société nationale des chemins de fer luxembourgeois
COTS	commercial off the shelf
DB	Deutsche Bahn
DSTW	Digitales Stellwerk
DS ³	Distributed Smart Safe System Plattform
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
EKSA	Eisenbahnkreuzungssicherungsanlage
ESTW	Elektronisches Stellwerk
ETCS	European Train Control System
EULYNX	European Initiative Linking Interlocking Subsystems
EVA	Elektronische Verschlussstraßenanforderung

EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
GFM	Gleisfreimeldung
IEC	International Electrotechnical Commission
IT	Informationstechnologie
NIS-G	Netz- und Informationssicherheitsgesetz
OC	Objektcontroller
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
PKI	Public Key Infrastructure
RBC	Radio Block Center
SBB	Schweizerische Bundesbahn
SCWS	Signal Controlled Warning System
SOC	Security Operations Center
SW	Software
TS	Technical Specification
VSTW	Virtuelles Stellwerk

8.3. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stellwerksrechner eines ESTW (Quelle: Siemens AG, Mobility Division).....	5
Abbildung 2: Beispiel für Peripheriebaugruppen (Quelle: Siemens AG, Mobility Division).....	6
Abbildung 3: Systemübersicht für das ESTW (Quelle: ÖBB-Infrastruktur AG).....	7
Abbildung 4: Systemaufbau mit herkömmlicher Stellwerkstechnik (Quelle: ÖBB-Infrastruktur AG).....	7
Abbildung 5: Systemaufbau mit DSTW (Quelle: ÖBB-Infrastruktur AG).....	8
Abbildung 6: Systemübersicht für das DSTW mit ETCS (Quelle: ÖBB-Infrastruktur AG)	9
Abbildung 7: Übersicht der EULYNX-Architektur (Quelle: EULYNX)	10
Abbildung 8: Projektrisiken (Quelle: ÖBB-Infrastruktur AG).....	16