

23. Gothaer Technologenseminar Fachtagung an der Staatlichen Fachschule für Bau, Wirtschaft und Verkehr Gotha



Thema:

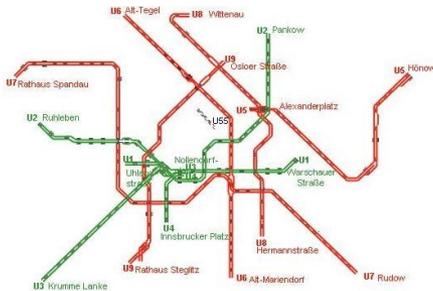
**„Einsatz der Simulation in der Fortbildung von Personal
bei der BVG in Berlin“**

Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)
Hans-Christian Kaiser

20.01.2011

Daten der Berliner U-Bahn

Seit 18.02.1902 in 56 Abschnitten in Betrieb genommen



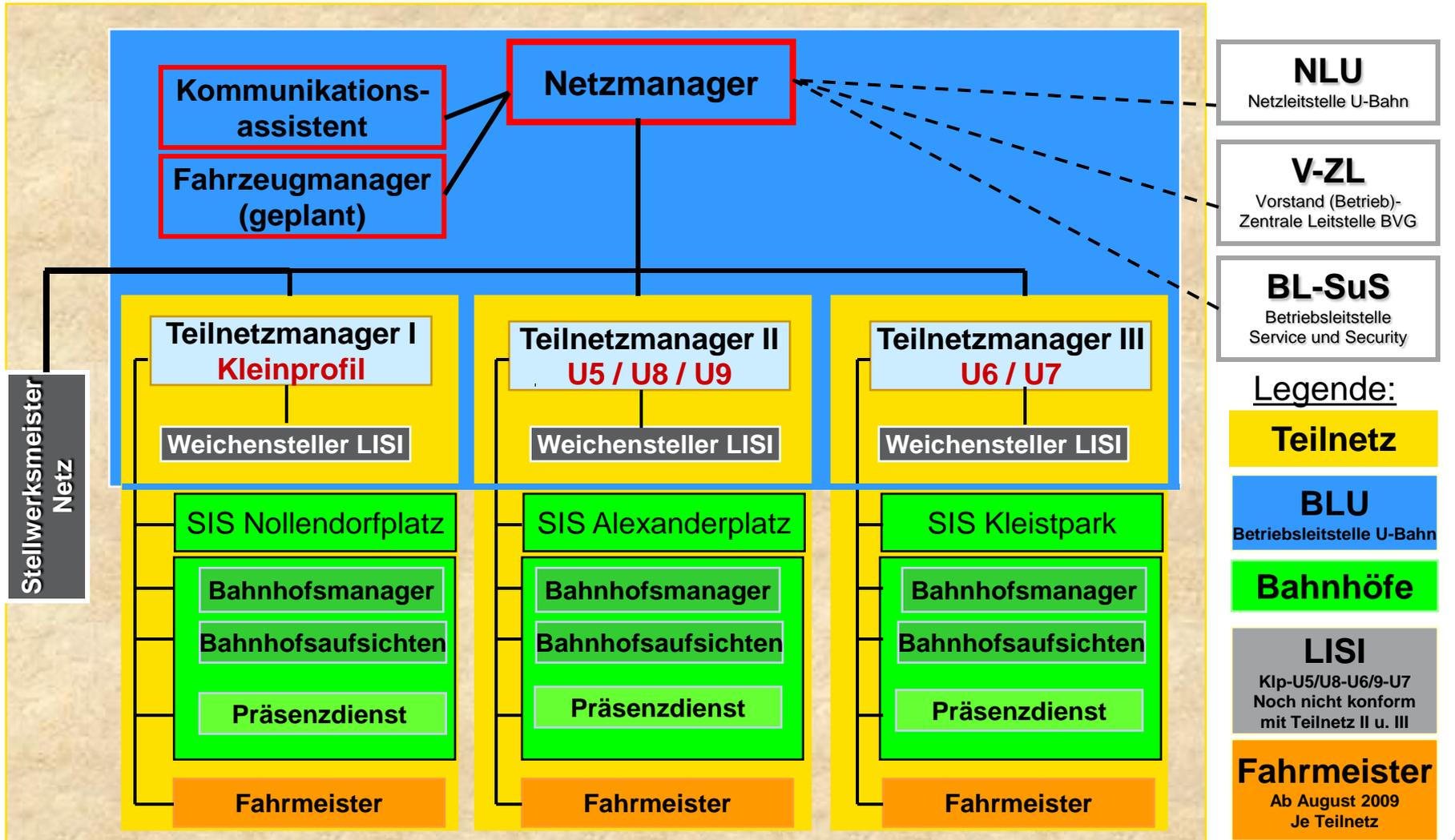
Bauwerkslänge [km]	154,7	
Streckenlänge [km]	145,4	
Tunnel [%]	81	
Oberfläche [%]	19	
Linienanzahl	Tag	Nacht (Fr-So)
	10	8
U-Bahnhöfe	173	167
Linienlänge [km]	146,3	
Nutzzugkilometer* [Mio./Plan]	20,3	
Fahrzeugbestand	1.240	
Mitarbeiter /in U-Bahn (ohne Verwaltung und Infrastruktur**)	ca. 3.000 (1.839)	

*Referenzleistungsmenge Verkehrsvertrag

Stand: Mai 2010, Datenquelle: FC-U

**Stand: Dez 2010, Datenquelle: VPC

Betrieb U-Bahn – Struktur (ohne Fahrpersonal AöR und BT GmbH)



Mengengerüst

Gesetzliche Dienstunterrichtungen für ca. 1300 Mitarbeiter /in

...werden bei der Berliner U-Bahn für diese Berufsgruppen durchgeführt:

Bahnhofsaufsichten (135 MA /n)

Zugfahrer /in (670 MA /n AöR + BT GmbH)

Zugprüfer /in (78 MA /n)

Weichensteller /in / Stellwerksbediener /in (110 MA /n)

Betriebsaufsichten z. B. 5 verschiedene Gruppen (ca. 150 MA /n)

Mitarbeiter /in im Präsenzdienst (Bahnhofsbetreuer /in)

Mitarbeiter /in im Ordnungsdienst (MOd)/ Mitarbeiter /in im Sicherungsdienst

Arbeitszugfahrer /in

Rangierfahrer /in

Signalhandwerker /in mit eingeschränkter Stelltätigkeit

Für die Durchführung des Dienstunterrichtes gilt die „Dienstvorschrift für die Aus- und Fortbildungsmaßnahmen von Betriebsbediensteten“

Personenfahrzeuge Kleinprofil



104 Gleichstromfahrzeuge
A3L



16 Gleichstromfahrzeuge
A3L 82



100 Gleichstromfahrzeuge
GI/1E (Viertelzug)



56 Gleichstromfahrzeuge
A3 64E (davon 4 Mod. A3 64/66)



102 Drehstromfahrzeuge
A3L 92



96 Drehstromfahrzeuge
HK

(4-Wagenzug)

Gesamt: 474 Wagen

Stand: August 2010

Personenfahrzeuge Großprofil



50 Gleichstromfahrzeuge
F 74



150 Gleichstromfahrzeuge
F 76, F 79



120 Drehstromfahrzeuge
F 84, F 87



170 Drehstromfahrzeuge
F 90, F 92



276 Drehstromfahrzeuge
H 95, H 97, H01
6-Wagenzug

Gesamt: 766 Wagen

Stand: August 2010

Betriebsfahrzeuge U-Bahn



Gesamt: 91 Wagen

Stand: Februar 2009

Die Stellwerkstechnik der Berliner U-Bahn

- Die eingesetzte Stellwerkstechnik der U-Bahn ist über Jahrzehnte gewachsen.
- 38 (zukünftig 36) Stellwerke für 102 Stellbereiche
- Stellwerkstypen: DrS, SpDrS, GS II 64c, SICAS (ESTW der Fa. Siemens)
L 90 5 NV (ESTW der Fa. Thales)
- 1. ESTW 1986 (Fa. Siemens)
- 1997 bis 2005 Umstellung der gesamten Bedientechnik für die Zugsicherungstechnik auf das System LISI* mit 4 Bedienbereichen für inzwischen 3 Teilnetze (ursprünglich 4)
 - Linien U1, U2, U3, U4 (Kleinprofil)
 - Linien U5, U8
 - Linien U6, U9
 - Linie U7
- *LISI = Integriertes Leit-, Informations- und Sicherungssystem; der BVG-typische Begriff LISI wurde in den 1990er Jahren geprägt
- Zentralisierung der Bedienplätze
- Die örtlichen Stellwerke dienen nur noch als Notbedienplätze (Rückfallebene).
- Weichensteller sind in Teams für die Steuerung und Überwachung einer Linie bzw. mehrerer Linien zuständig.

Die Betriebsschule U-Bahn...



... wurde im September 1961 nach einer Bauzeit von nur 14 Monaten fertig gestellt!

... befindet sich in Alt-Moabit 85 / 10555 Berlin direkt angrenzend an den U-Bahnausgang Turmstraße (Linie U9).



Die Betriebsschule der U-Bahn...

... ist mit modernster Technik für Besprechungen, Seminare, Unterricht und Simulation ausgestattet.



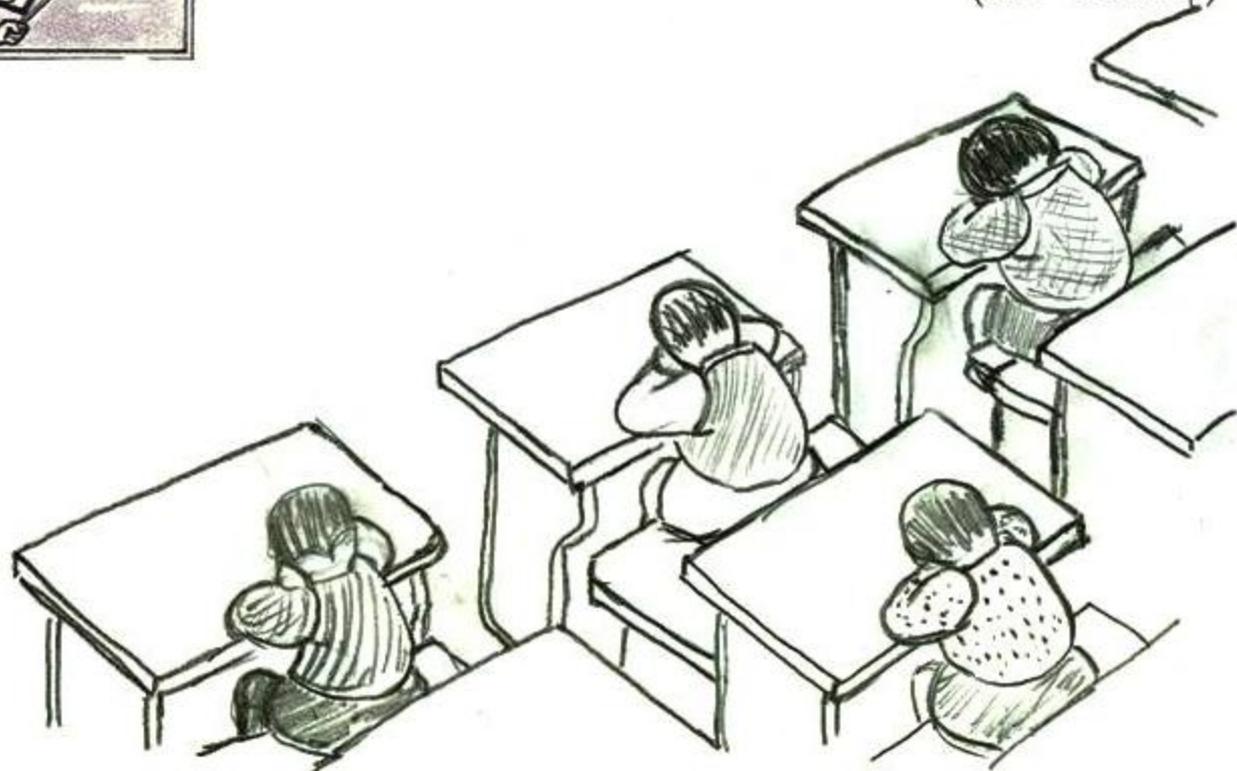
... ist als offizieller Bildungsträger seit Januar 2006 bei der Agentur für Arbeit anerkannt.



Schule 1866

*... wenn alles schläft und einer spricht,
so nennt man das wohl Unterricht ...*

(W. Busch)



Die virtuelle U-Bahnlinie für die Simulation

U10

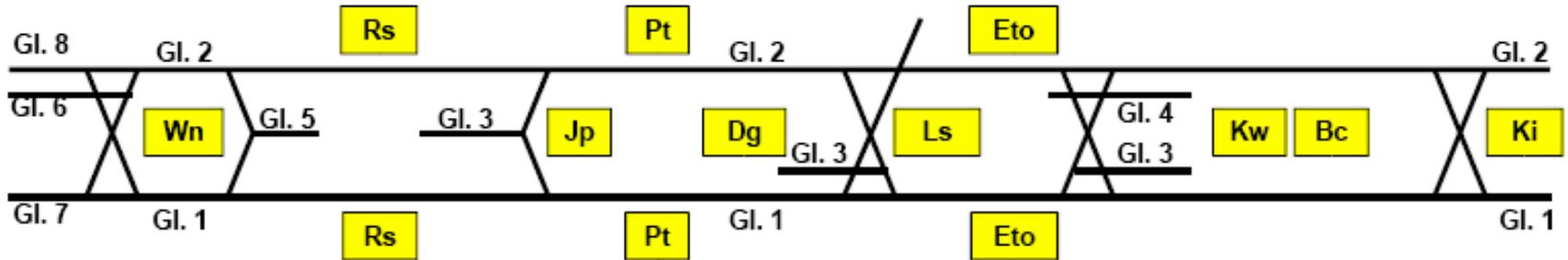
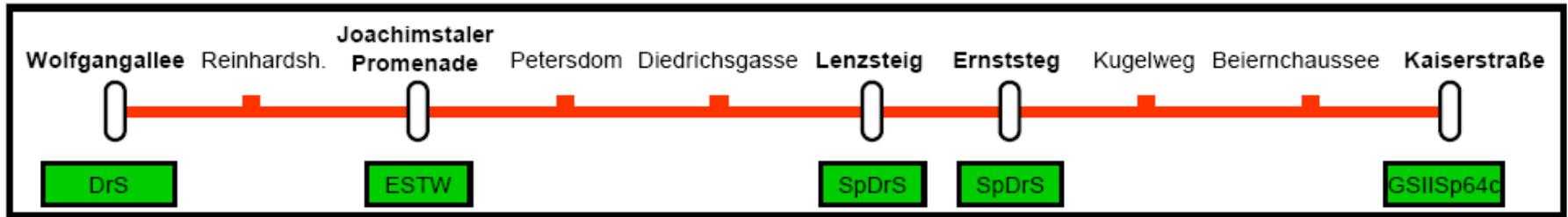
Idee und Hintergrund

- Konzeption im Zuge der Entwicklung der Trainingseinrichtung für Zugfahrer /in
- Es wurde entschieden, dass hierfür keine bereits vorhandene Strecke abgebildet wird.
- Gründe für eine virtuelle Strecke:
 - In der großen U-Bahn gibt es viele Systeme und örtliche Besonderheiten.
 - Es gibt ständige Veränderungen im Streckennetz, aber nur wenig Geld für die Anpassung der Ausbildung.
 - Gleiche Schulungsbedingungen und gleicher Kenntnisstand für alle Mitarbeiter /in (keine Vorteile für das Personal bestimmter Strecken)
 - Jede Übung und Ausbildung findet immer wieder am gleichen Objekt statt.
 - Veränderungen im Netz können im Voraus im Simulator erprobt werden.
- Die virtuelle Linie U10 bildet möglichst viele Besonderheiten der Berliner U-Bahn ab.
 - Signalsystem
 - Bahnhofsgestaltung
 - Betriebsablauf (z. B. Zugabfertigung)
- Die Stationen sind nach den Entwicklern und Verantwortlichen der Trainingseinrichtung für Zugfahrer benannt.

Die U-Bahnlinie U10 – Details

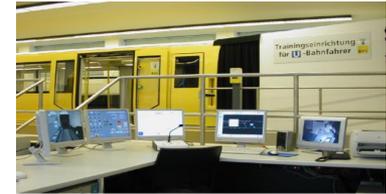
U10

- 10 U-Bahnhöfe (derzeit Erweiterung auf 13)
- 4 unterschiedlichen Stellwerkstypen (derzeit Erweiterung auf 5)



Warum Training am Fahr Simulator?

Vorteile gegenüber konventionellem Training



- Für die Zugfahrerausbildung werden deutlich weniger „echte“ Züge benötigt. Diese stehen dem Fahrgastverkehr zur Verfügung.
- Zeitliche Flexibilität der praktischen Ausbildung
- Hochwertiges Training durch zielgerichtete Simulation betrieblicher Gegebenheiten
- Training des Störungsmanagements durch Simulation von Betriebsvorkommnissen, die am Originalfahrzeug oder auf der Originalstrecke nicht herbeigeführt werden können oder dürfen
- Keine Gefährdung des pünktlichen und sicheren Betriebsablaufes
- Sichere Trainingsdurchführung
- Keine Gefahr von Schäden an Fahrzeugen und Bahnanlagen
- Keine Gefährdung von Menschen
- Reproduzierbarkeit und Auswertbarkeit von Fahrtverläufen
- Senkung des Energieverbrauchs
- Insgesamt niedrigere Kosten gegenüber konventionellem Training und Präsenzunterrichten

Trainingseinrichtung für Zugfahrer

- Inbetriebnahme 2003
- Fahrsimulator ohne Bewegungssystem
- Nachgebildeter U-Bahn-Fahrerraum (Typ HK)
- Der Ausbilder /in kann von seinem Arbeitsplatz verschiedene Situationen inszenieren, z. B.:
 - Verschiedene Wetterszenarien auf oberirdischen Abschnitten (Sichtweite, Rad-Schiene-Haftung)
 - Signalbilder
 - Simulation von gezogenen Alarmgriffen
 - Szenarien im Verkehrsablauf, z. B. verrauchte Bahnhöfe, hilflose Person auf dem Bahnsteig
- Bildschirmarbeitsplätze für Zuschauer /in / Mitschüler /in, an denen die Handlungen des aktiven Zugfahrers beobachtet werden können.

Trainingseinrichtung für Zugfahrer /in



Die Aufgaben des Weichenstellers (LISI)

- Verantwortung für die Sicherheit des Fahrbetriebs
- Zeitgerechtes Einstellen der Fahrwege als Basis für einen pünktlichen Zugbetrieb
- Aufrechterhaltung des Zugbetriebs im Störfall, wobei die Störungen im Rahmen der Befugnisse zu beheben und einzugrenzen sind
- Absicherung des Rangierbetriebes in den Betriebswerkstätten
- Betreuung und Abwicklung von Pendelzugbetrieben
- Gewährung von fahrplanmäßigen Anschlüssen im Rahmen der Möglichkeiten
- Meldung von Unregelmäßigkeiten und Störungen an die entsprechenden Stellen
- Pflegen der Zuglaufüberwachung, Zugnummernpflege
- Erstellen von Tausch-, Kuppel- und Umlaufplänen
- Fahrzeugdisposition und Fahrzeugmanagement
- Zuweisung der einzusetzenden Züge innerhalb des Zuständigkeitsbereiches
- Betriebsstelle für Baumaßnahmen
- Arbeitsschutzunterrichtung
- Absicherung der Durchführung von Arbeitszugfahrten einschließlich Betriebspausenmanagement

Die Ausbildung eines Weichenstellers (klassisch)

- Theoretischer Unterricht mit Erläuterungen der Vorschriften und aller denkbaren Situationen
- Praktische Ausbildung durch direkte Einweisung am Arbeitsplatz durch Lehrweichensteller/in
- Grundausbildung in der Bedienung einer der folgenden Stellwerkstypen:
 - Drucktastenstellwerk (DrS)
 - Spurplandrucktastenstellwerk (SpDrS)
 - Relaisstellwerk mit Spurplan (GS II Sp 64c)
- Praktische Prüfung im örtlichen Stellwerk (Qualifikation zur Bedienung eines Stellwerkstyps)
- Weitere Ausbildung in den örtlichen Stellwerken des Bereiches, in welchem der Weichensteller /in zukünftig tätig sein wird

Die Ausbildung eines LISI - Weichenstellers

- Theoretische Ausbildung durch einen Ausbilder /in in der Betriebsschule
- Erläuterung der Bedienmenüs anhand von Benutzerhandbüchern
- Vertiefung durch Bedienhandlungen, die während des realen Betriebes durchgeführt wurden
- Während der 21-tägigen Lehrgangszeit Begleitung des Auszubildenden durch einen Lehrweichensteller /in, der die volle Verantwortung für die Betriebsabwicklung trägt
- Durch diese Zusammenarbeit weitestgehendes Kennenlernen der Funktionen und Arbeitsabläufe
- Durchlaufen möglichst aller Dienstvarianten (Früh, Übergang, Nacht)
- Schwierigkeiten:
 - Ungenügende Anzahl der vorhandenen Arbeitsplätze/ Ausbildungsplätze (Einschränkungen des Regelbetriebes notwendig, wenn ein Bedienplatz für die Ausbildung benötigt wurde)
 - Kein systematischer Aufbau der Ausbildung möglich (sofortiges Bearbeiten des Gesamtsystems anstatt sukzessives, berufspädagogisches Heranführen an den vollen Funktionsumfang)
 - Kein Training alternativer Handlungsweisen in Störfall- und Stresssituationen (Echt-Betrieb musste selbstverständlich optimal abgewickelt werden)
 - Ausbildung war auf Störfälle im realen Betrieb angewiesen
 - Keine beliebige Wiederholung von Übungen möglich

Stellwerkssimulation

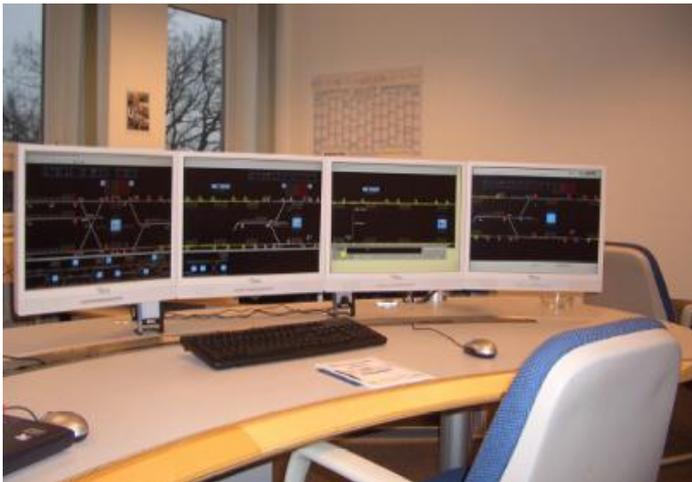
- Inbetriebnahme 2007
- Erstmals bei der U-Bahn vollständige Schulung an unterschiedlichen Stellwerkstypen unter realistischen Bedingungen möglich
- Nachbildung von vier (zukünftig 5) bei der BVG eingesetzten Stellwerkstechniken unterschiedlicher Hersteller auf Basis der Betriebs- und Stellwerkssimulation BEST von Funkwerk Information Technologies
- Aufbau und Gestaltung der Arbeitsplätze entspricht den Original-Arbeitsplätzen
- Schwerpunkt: Umsetzung der Unterschiede in der Bedienung und Handhabung der einzelnen Stellwerkstypen im Regel- und Störfallbetrieb
- In der Stellwerkssimulation Nachbildung des U-Bahnbetriebes mit einer beliebigen Anzahl „virtueller“ Züge
- Beeinflussung der Züge durch den Ausbilder /in (z. B. Verspätungen, Überfahren Halt zeigender Signale)
- Eine Erweiterung um zukünftige Stellwerkstechniken ist jederzeit möglich, da die Stellwerkssimulation vollkommen unabhängig von den realen Komponenten der Leit- und Stellwerkstechnik ist.

Warum Training an der Stellwerkssimulation? Vorteile gegenüber konventionellem Training

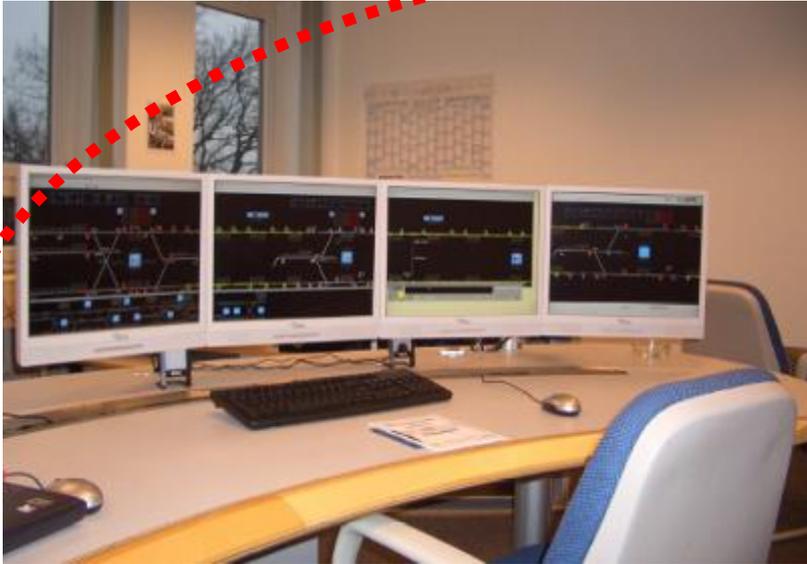


- Zeitliche Flexibilität der praktischen Ausbildung
- Völlige Unabhängigkeit vom tatsächlichen Betriebsablauf und vom Fahren echter Züge
- Hochwertiges Training durch zielgerichtete Simulation betrieblicher Gegebenheiten
- Training des Störungsmanagements durch Simulation von Betriebsvorkommnissen und technischen Fehlern, die auf der Originalstrecke bzw. in der Stellwerkstechnik nicht herbeigeführt werden können oder dürfen
- Keine Gefährdung des pünktlichen und sicheren Betriebsablaufes
- Sichere Trainingsdurchführung
- Keine Gefahr von Schäden an Bahnanlagen
- Keine Gefährdung von Menschen
- Reproduzierbarkeit und Auswertbarkeit des Betriebsablaufes
- Einsparung von Personal für ausbildungsbedingt notwendige echte Zugfahrten
- Insgesamt niedrigere Kosten gegenüber konventionellem Training und Präsenzunterrichten

Stellwerkssimulation



Die Verknüpfung zweier Simulationssysteme



Stellwerksdienst



Zugdienst

Die technische Verknüpfung von Fahr- und Stellwerkssimulation

- Die Datenbasis für die Stellwerkssimulation und die Strecke in der Trainingseinrichtung für Zugfahrer ist hinsichtlich der Streckendaten identisch.
- Verknüpfung beider Simulationssysteme mit einer Echtzeit-Schnittstelle zur Übertragung von Prozess- und Betriebsdaten
- Austausch von Echtzeit-Informationen über Betriebs- und Anlagenzustände
- Darstellung der Signalbilder und Weichenlagen im Sichtsystem des Fahrtrainers („realer Zug“) entsprechend der jeweiligen Zustände in der Stellwerkssimulation
- Realistische Darstellung von Störungen in der Stellwerkstechnik (erloschene Signale, Ersatzsignal)
- Positions- und Betriebsdaten (Geschwindigkeit, Beschleunigung) aller weiteren „virtuellen“ Züge werden im Sichtsystem des „realen“ Zuges entsprechend dargestellt
- In der Bedienoberfläche der Stellwerkssimulation ist kein Unterschied zwischen „realen“ und „virtuellen“ Zügen erkennbar.



Das Konzept der gemeinsamen Ausbildung

- Ziel einer guten Ausbildung ist die Vermittlung der richtigen Verhaltensweise in jeder Situation
- Möglichst viele Situationen sollen aufgrund persönlicher Fähigkeiten oder erlernter Regeln schnell und richtig eingeschätzt und abgehandelt werden können
- Trainingseffekt für schlecht beherrschbare Situationen durch das erneute Auftreten einer vergleichbaren Situation nach kurzer Zeit
 - Beim ersten Training können noch Fehler gemacht werden. Nach einer Nachbesprechung wird die Situation im zweiten Training schon besser beherrscht.
- Kopplung der Trainingseinrichtung für Zugfahrer und der Stellwerkssimulation für Weichensteller mit Nutzung eines eigenen Funkkanals
- Vollständiger eigenständiger Betrieb ohne Beeinflussung von Fahrgästen
- Allen Beteiligten wird das Gefühl vermittelt, als stünden sie im alltäglichen Betriebsgeschehen.
- Eine Ausbildung, bei der kritische Betriebsvorkommnisse angehalten und beliebig wiederholt werden können, ist im realen Betrieb nicht möglich.

Das Konzept der gemeinsamen Ausbildung

- Ca. 10 Grundlehrgänge und 10 Nachschulungen pro Jahr, fast täglich Dienstunterricht für:
 - 114 Weichensteller /in
 - 10 Stellwerksmeister /in
 - 30 Betriebs- und Verkehrsmanager /in
 - 670 Zugfahrer /in (BVG und Fahrdienst-Tochter BT)
 - 145 Bahnhofsaufsichten
 - 107 Bahnhofsmanager /inund Nutzung der Simulationen für spezielle situationsbedingte Schulungsmaßnahmen
- Gestaltung des demographischen Wandels (Personalwandel)
- Laufbahnentwicklung (ZAW* Betriebssteuerung)
- Erkennen des Zusammenspiels aller Berufsgruppen aus ihren unterschiedlichen Blickwinkeln

*ZAW = Zulassung, Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern der Betriebssteuerung (VDV-Schriften 719, Ausgabe 4/2006)

Erfahrungen

- Nutzung der Trainingseinrichtung für Zugfahrer und der Stellwerkssimulation sowohl für Aus- und Fortbildungslehrgänge, Nachschulungen als auch für den regelmäßigen praktischen Dienstunterricht (zweimal jährlich) und Einstellungstests
- Gemeinsames Training unterschiedlicher Berufsgruppen bei der BVG (Weichensteller /in, Zugfahrer /in, Bahnhofsaufsichten, Betriebsaufsichten)
- Vertiefung des wichtigen gegenseitigen Verständnisses in ihrer Zusammenarbeit
- Gemeinsame Nachbearbeitung einer Ausbildungseinheit mit dem Personallehrer /in für Zugfahrer /in und dem Personallehrer /in für Weichensteller /in unter Zuhilfenahme des nochmaligen Abspielens des gesamten Simulationsverlaufs
- Durch das vielfältige und wiederholte Training der Betriebsabwicklung in Störfallsituationen ohne Gefahr für Personen und Material sind alle Beteiligten besser auf solche Situationen im realen Betrieb vorbereitet und können richtig reagieren. Fahrgastbeschwerden im realen Betrieb lassen sich minimieren.
- Zusätzlich Nutzung der Simulationseinrichtungen im Rahmen von Praxistagen für Führungskräfte, für Workshops und gelegentlich für Marketingaktivitäten im Sinne des U-Bahnbetriebes

Ausblick für die Fahr- und Stellwerkssimulation

- Ausbildungssysteme der BVG werden auch zukünftig erweitert und dem aktuellen Ausbildungsbedarf angepasst
- Abbildung der neuesten Stellwerkstechnik in der Stellwerkssimulation
 - ➔ Schulung aller Stellwerkstechniken mit den jeweiligen herstellerspezifischen Unterschieden möglich

Warum Planungen für eine Leitstellensimulation?



- Planung für die Errichtung einer neuen U-Bahnleitstelle im Zeitraum 2014/2015
- Das neue System soll ebenfalls rechtzeitig vor der Inbetriebnahme der Technik im Ausbildungssystem zur Verfügung stehen, um die Mitarbeiter gezielt auf Neuerungen in der Betriebsdurchführung vorbereiten zu können
- Zukünftig gibt es in der Leitstelle immer weniger, dafür aber hoch qualifizierte Mitarbeiter /in. Diese Fachkräfte müssen entsprechend ausgebildet und regelmäßig geschult werden, um mit den technischen Neuerungen Schritt halten zu können.
- Erlernen, Vertiefen und Auffrischen der arbeitsplatzspezifischen Qualifikationen für die neue Berufsgruppe Betriebsdisponent /in
- Realitätsnahes Störfalltraining und Notfalltraining von real nicht darstellbaren Betriebsstörungen (z. B. Weichenstörungen, Havarien) analog den Szenarien bei der Fahrsimulation

Verknüpfung der Leitstellensimulation mit der Fahr- und Stellwerkssimulation

- Interaktives gemeinsames Training aller Betriebspersonale, um die Abhängigkeiten zwischen Fahrdienst und Leitstelle transparenter zu machen und das Zusammenspiel zwischen den Mitarbeitern zu verbessern
- Verbesserung des internen Kommunikationsverhaltens
- Überprüfen und Testen von Störkatalogen auf ihre Praxistauglichkeit
- Einsparung von praktischen Großsimulationen (z. B. zur Ermittlung der tatsächlichen Streckenleistungsfähigkeit), für die zahlreiche Mitarbeiter und Züge notwendig sind
- Reproduzierbarkeit und Auswertbarkeit der Abläufe als System und für jeden einzelnen Mitarbeiter /in möglich



Leitstellensimulation



Realität

Simulation



Simulationskonzept



U10



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Schauen Sie doch einmal selbst vorbei!