

# Technische Abfertigungshilfen

TV-System für zentrale und dezentrale Feststellung der Abfahrtsbereitschaft bei der DB Station&Service AG

**TORSTEN KUHLMHEY**

Die DB Station&Service AG betreibt am Streckennetz der Deutschen Bahn AG (DB) rund 5400 Verkehrsstationen. Im Rahmen dieser Leistung werden derzeit ca. 150 TV-Anlagen zur Abfertigungsunterstützung von Zügen des Personenverkehrs betrieben. Primäre Aufgabe der videounterstützten Abfertigung ist es, die sichere Selbstabfertigung durch den Triebfahrzeugführer (Tf) zu ermöglichen. Darüber erfolgt der Einsatz auf besonders hochfrequentierten Stationen auch, um den Fahrgastwechsel zu beschleunigen. Aufgrund technischer Obsoleszenz und um neue technische Möglichkeiten zu nutzen, wurde das System 2018 als flexibler Baukasten auf dem aktuellen Stand der digitalen Videotechnik neu ausgeschrieben.

**Bestandsanlagen**

Videounterstützte Abfertigungsanlagen (VA) zur Unterstützung der Zugabfertigung durch den Tf werden bereits seit Mitte der 1990er Jahre unter dem Projektnamen „EtA“ (Einführung technischer Abfertigung) bei der DB eingesetzt. Seit 2008 erfolgte der Rollout durch die DB Station&Service AG als Errichter und Betreiber dieser Anlagen. Bis zur Neuausschreibung wurden ausschließlich analoge EtA-Videosysteme zur Unterstützung der Zugabfertigung eingesetzt, von denen die letzte 2019 in Betrieb genommen wurde. Weitere videogestützte Anlagen zur Zugabfertigung gibt es noch bei der S-Bahn Hamburg und bei der S-Bahn Berlin. Bei diesen Anlagen werden die Videobilder drahtlos in den Führerstand übertragen. Der prinzipielle Aufbau einer VA sieht eine oder mehrere Kameras vor, die Bereiche des Bahnsteiges abdecken, welche vom Tf nicht

direkt eingesehen werden können – dies kann z.B. in Innenkurven, bei Aufbauten auf dem Bahnsteig oder im Allgemeinen bei Voll- und Langzügen an stark frequentierten Stationen der Fall sein. Die Videobilder werden auf einen oder mehrere Bildschirme übertragen, die am Bahnsteig so platziert sind, dass die Tf sie von ihrem Halteplatz aus sehen können. Dazu muss der abfertigende Tf aufstehen und das Seitenfenster des Führerstandes öffnen, um den von ihm einsehbaren Teil des Bahnsteiges durch direktes Hinsehen zu überblicken, während nicht direkt einsehbare Bereiche abschnittsweise auf den Videomonitoren dargestellt werden (Abb. 1). Da durch unterschiedliche Zuglängen („Traktionen“) der Halteplatz unterschiedlich sein kann (z.B. Kurz-, Voll- und Langzüge bei S-Bahnen), können an einem Bahnsteig mehrere Bildschirmanlagen erforderlich werden (Abb. 1). Technisch besteht das System aus Kameras, Übertragungswegen und Bildschirmen. Zusätzlich steuert ein Objektsensor (Radarsensor) das Ein- und Ausschalten der Bildschirme (bzw. deren Hintergrundbeleuchtung).

**Technische Parameter des Bestandssystems**

Bei den seit 2008 verbauten Systemen wurden maßgeblich Bildschirme mit 20 Zoll (50 cm) Bilddiagonale verwendet. Die Auflösung entspricht aufgrund der verbauten analogen Kameratechnik „PAL“: 720x576 Pixel. Ein Bildschirm zeigt immer das Bild genau einer Kamera in horizontaler Darstellung. Die Verkabelung zwischen Kameras und Bildschirmeinheiten erfolgt über Zweidraht Fernmeldekabel, über das auch die Spannungsversorgung der Kameras erfolgt. Die Systeme verfügen über eine mechanische Absenkvorrichtung, mit der die Bildschirmeinheit zu Wartungszwecken heruntergefahren werden kann. Es gibt drei Typen von Monitorgehäusen, die einen, zwei oder drei Bildschirme enthalten können. Die Gehäuse sind klimatisiert. Sämtliche erforderliche Technik ist in Outdoor-schränken auf dem Bahnsteig untergebracht.

**Anforderung an das neue System**

Aufgrund des umfassenden Technologiewandels bei der Videotechnik seit der letzten Ausschreibung von VA sowie der neuen Anforderungen bezüglich IT-Sicherheit und Servicemanagement wurde das Lastenheft mit teilweise neuen Anforderungen vollständig neu verfasst. Insbesondere sollte das neue Sys-

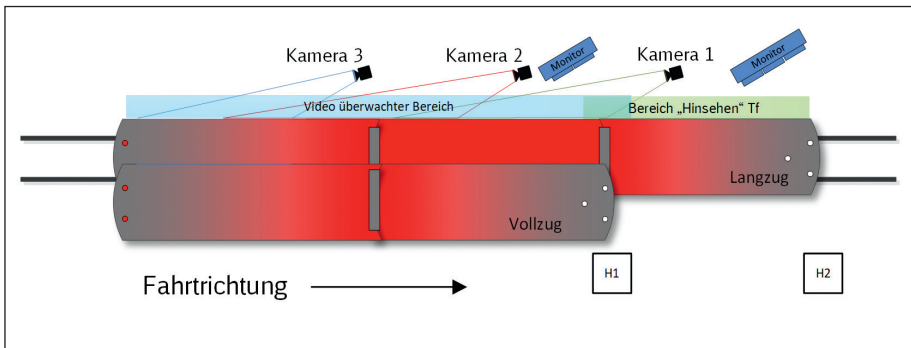


Abb. 1: Verschiedene Bereiche „Video“ und „direktes Hinsehen“ Quelle: Torsten Kuhlmeiy



Abb. 2: Bestehende VA an der Station Galluswarte Quelle: Torsten Kuhlmeiy

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DB Station&Service AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020



Abb. 3: Rohbild der Kamera (links) und gewählter Bildausschnitt (rechts)

Quelle: DB Station&Service, Videoprints

tem einen flexiblen Baukasten auf dem Stand der Technik bieten, kompakt, robust und wirtschaftlich sein und für die Anwender spürbare Verbesserungen bringen.

**Sicherheitsrelevanz**

VA sind sicherheitsrelevant im Sinne der VV BAU-STE. Das bedeutet, dass für das System eine Typfreigabe erforderlich ist. Typfreigaben werden durch den Anlagentypverantwortlichen erteilt und setzen ein umfangreiches Prüf- und Abnahmeverfahren sowie den erfolgreichen Abschluss einer Betriebserprobung voraus.

Um eine „quasi Echtzeit“-Darstellung zu erzielen, wurde die Anforderung an die Verzögerung (Latenz) zwischen Kamera und Bildschirm von 200 ms aus dem Vorgängerlastenheft beibehalten. Das System muss permanent selbsttätig die Einhaltung der Latenz überwachen und bei Abweichungen reagieren.

**IP-basiertes System versus analoge Videotechnik**

Analoge Videosysteme haben deutliche Vorteile bezüglich der IT-Sicherheit: Da die Kameras nicht an ein IP-Netz angeschlossen werden müssen, ist es nicht möglich, über den Stand-

ort einer Kamera in ein dahinter liegendes IP-Netz einzudringen. Eine aufwendige Härtung des lokalen Netzes entfällt ebenso wie das Patchmanagement der Kamera selbst.

Die an das System gestellten Latenzanforderungen (200 ms) sind durch ein analoges Videosystem erfüllbar.

Analoge Videosysteme sind momentan am Markt noch gut verfügbar – doch muss aufgrund des geplanten Lebenszyklus eine Verfügbarkeit der Ersatzteile für 15 Jahre gewährleistet sein.

IP-basierte Kamerasysteme entsprechen dem Stand der Technik, bieten eine hohe Flexibilität, sind weitgehend standardisiert und gut



**UNSERE LÖSUNG FÜR IHREN TAKT**

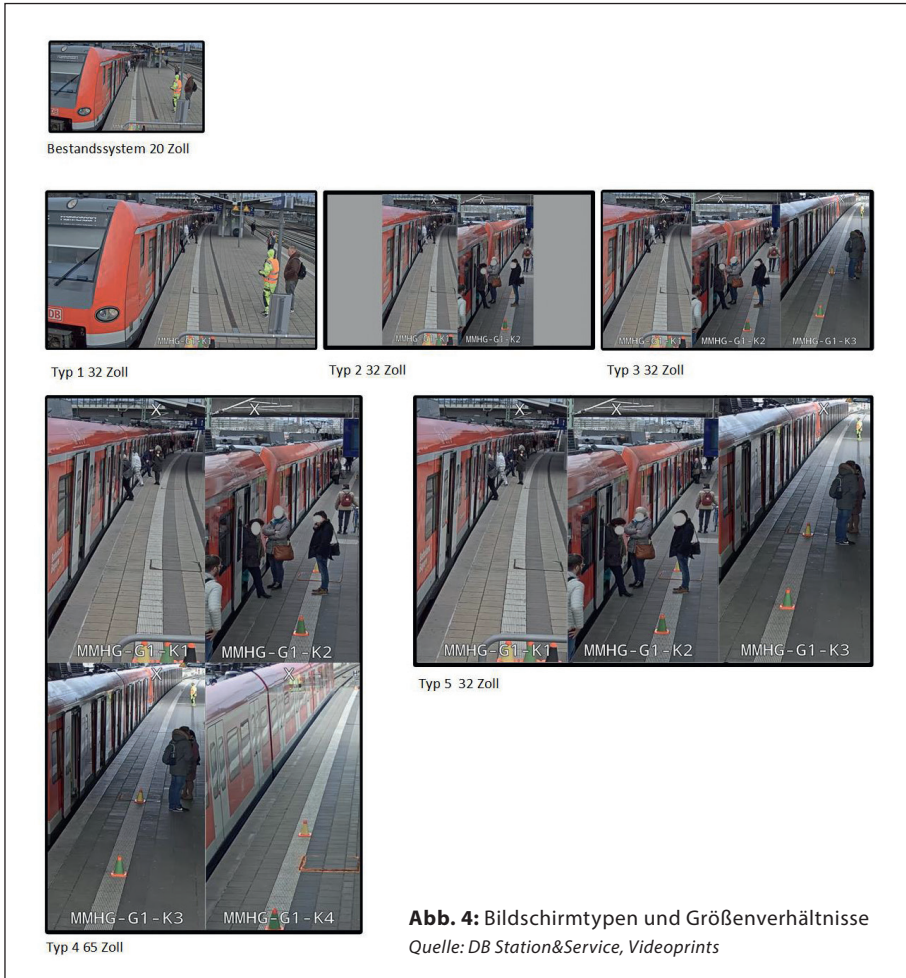
Technische Abfertigungshilfe via Kamera/Monitor

» High-End-Outdoor-Kameras übertragen im Zusammenspiel mit IP-Netzwerktechnik, leistungsstarken Stelen und moderner Videoplayer-Software das Geschehen während des Ein- und Ausstiegsprozesses in Echtzeit auf die Bahnsteige.

**Ihre Vorteile**

- » Bildübertragung in Echtzeit
- » einfachere Abfertigungsprozesse
- » erhöhte Fahrgastsicherheit
- » Optimierung von Taktzeiten und Ressourcen
- » Zulassung der DB Station&Service AG

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DB Station&Service AG /  
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten  
 genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020



**Abb. 4:** Bildschirmtypen und Größenverhältnisse  
 Quelle: DB Station&Service, Videoprints

für Verfügbarkeit an Ersatzteile und um dem Stand der Technik möglichst lange entsprechen zu können, wurde deshalb ein IP-basiertes System gefordert.

**Betriebsführbarkeit**

Um den Anforderungen an einen sicheren IT-Betrieb und der hohen Verfügbarkeit der VA gerecht zu werden, werden diese in eine Betriebsführung „aus einer Hand“ durch den konzerninternen IT-Dienstleister DB Systel integriert, die auf einem IT-Servicemanagement nach ITIL basiert. Das bedeutet, dass vom zentralen „Cockpit“ aus über einen Fernzugriff (remote) ein permanentes Live Monitoring erfolgt und Patch und Configuration Management über standardisierte Protokolle möglich ist.

Das System muss verschiedene kritische Systemzustände selbstständig erkennen und an das Cockpit weitermelden können. Fehler, die den sicheren Betrieb der Anlage betreffen, müssen zu einer automatischen Selbstabschaltung führen, dies stellt den „sicheren Zustand“ dar. Für die Abfertigung des Zuges gilt dann der Rückfallprozess: Abfertigung durch den Tf durch direktes Hinsehen – ggf. durch Abschreiten des abfahrbereiten Zuges.

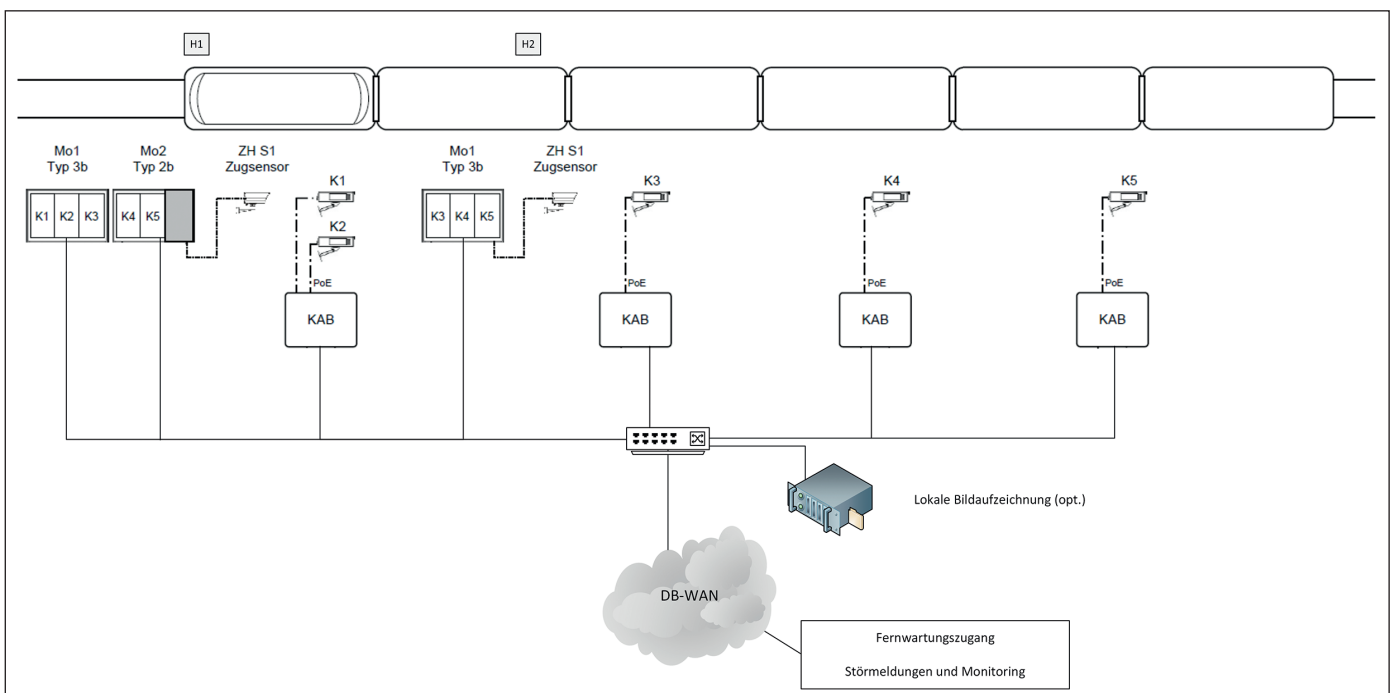
Kritische Fehler sind z.B.: Verdrehen einer Kamera, Ausfall bzw. Nichterreichbarkeit einer Kamera, Überschreiten der geforderten Latenz, Manipulation am Netzwerk.

Darüber hinaus müssen verschiedene Events an die Betriebsführung gemeldet werden:

- Glasbruch
- Öffnen von Gehäusen
- Überschreiten der zulässigen Temperaturwerte
- Fehler bei der Bildausgabe.

überwachbar. Ein modularer und robuster Aufbau des Systems mit wenigen Komponenten wird möglich, da weder Kreuzschienen

noch Splitter bzw. Bildteiler usw. erforderlich werden. Wegen der Anforderung an langfristige Ver-



**Abb. 5:** Architektur des VA-Systems

Quelle: Torsten Kuhlmei

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DB Station&Service AG /  
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten  
 genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020

**Wartungsfreiheit**

Die technischen Komponenten sind für einen „wartungsfreien Betrieb“ und zehn Jahre Lebensdauer im bahnspezifischen Umfeld ausgeschrieben: außer den vorgeschriebenen wiederkehrenden Prüfungen nach DGUV Vorschrift 3/4 und Reinigungen von Gehäuse und Frontscheiben dürfen an den VA – mit Ausnahme der Softwarewartung – keine regelmäßigen Wartungsarbeiten erforderlich sein. Weder die Kameras noch die Monitoreinheiten dürfen also verschleißende bzw. zu wartende Komponenten enthalten.

Eine Wartung der Softwarekomponenten erfolgt durch die Betriebsführung über Remotezugriff und erfordert keinen Technikereinsatz direkt an den Endgeräten. Deshalb wurde bei der Ausschreibung auf eine zur Wartung absehbare Technik verzichtet.

**Darstellungsarten und Bildschirmtypen**

Die mechanischen Dimensionen des Systems sollten nicht vergrößert, andererseits aber die Qualität für die Anwender durch größere Bilder verbessert werden. Dies wurde dadurch erreicht, dass vom Kamerabild nur der für die Abfertigung relevante Bereich verwendet wird. Auf Abb. 3 links und Abb. 3 rechts ist für den Tf der relevante Bereich gleichermaßen erkennbar. Das rechte Bild ist jedoch wesentlich schmaler, sodass mehrere Bilder auf einem Bildschirm dargestellt werden können.

Angewendet auf das Beispiel aus Abb. 2, könnte hier bei Verwendung eines 32 Zoll-Monitors anstelle der drei 20 Zoll-Monitore der Bestandsanlage derselbe Bahnsteigbereich 62,5% größer dargestellt werden – es wird also nur ein Bildschirm benötigt. Trotzdem hat der abfertigende Tf ein wesentlich besser erkennbares Bild. Es ergibt sich eine deutliche Steigerung von Qualität und Wirtschaftlichkeit, denn neben den eingesparten Bildschirmseinheiten sind auch die statischen Anforderungen deutlich gesunken.

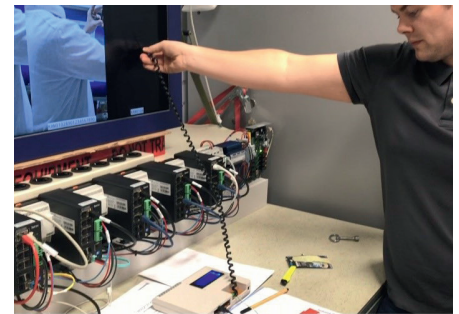
**Verschiedene Anzeigertypen**

Standardtypen 1, 2 und 3

Zahlreiche heute eingesetzte VA haben ein bis drei Bildschirme. Die Standardlösung für die Zukunft sieht hierfür nur noch einen Anzeiger vor, der in seiner Größe einem 32 Zoll-Bildschirm entspricht. Bei der Verwendung von zwei oder drei Bildern auf diesem Anzeiger entsprechen diese je 20 Zoll hochkant. Gemäß der Anzahl der angezeigten Bilder werden die Standardtypen des Anzeigers als „Typ 1“ (ein Bild), „Typ 2“ (zwei Bilder) und „Typ 3“ (drei Bilder) bezeichnet.

Werden vier oder mehr Bilder benötigt, werden entsprechend mehrere dieser Geräte nebeneinander vorgesehen.

Für spezielle Situationen mit besonders gerin-



**Abb. 6:** Latenzmessung mit Stroboskop am Entwicklungssystem *Quelle: Torsten Kuhlmei*

ger Höhe, beispielsweise unter einen Bahnsteigdach, ist der „Typ 3a“ vorgesehen, der drei Bildschirme zu 20 Zoll nebeneinander vorsieht.



**Abb. 7:** Anzeiger „Typ 4“ an der Station München-Hirschgarten *Quelle: Torsten Kuhlmei*

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DB Station&Service AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020

**WIR LENKEN PROJEKTE IN DIE RICHTIGE BAHN**

Unsere Kompetenz- und Geschäftsfelder:

- Verkehr
- Verkehrstechnik
- Hochbau
- Schiene
- Bahntechnische Ausrüstung
- Industriebauten
- Straße
- Ingenieurbauwerke
- Stadtraum und Flächen
- Flughafen
- Tunnel
- Wasser und Umwelt

**Vössing Ingenieurgesellschaft mbH**

Über 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, 13 Niederlassungen in Deutschland sowie Standorte in China, Katar, Polen und Slowenien

[info@voessing.de](mailto:info@voessing.de) | [www.voessing.de](http://www.voessing.de)

BERATUNG | PROJEKTMANAGEMENT | PLANUNG | BAUÜBERWACHUNG





Abb. 8: Kamerasicht auf den abfahrbereiten Zug aus Sicht des Tf

Quelle: Torsten Kuhlmeiy

Anforderungen der S-Bahn München  
Die Stammstrecke der S-Bahn München zählt zu den Bahnstrecken mit der dichtesten Zugfolge überhaupt. Um zu Hauptverkehrszeiten die Abfertigung effizienter durchzuführen, soll die Abfertigung von S-Bahn-Zügen durch den Tf „im Sitzen“ ermöglicht werden, da durch das Aufstehen und Hinsetzen bei der Abfertigung wertvolle Sekunden verstreichen. Dieser Anforderung wurde im Lastenheft durch die Definition des Anzeigers „Typ 4“ Rechnung getragen:

- Darstellung von vier Kamerabildern
- Bildgröße pro Bild entspricht 32 Zoll hochkant

Der Anzeiger „Typ 4“ kann aufgrund seiner Bildschirmdiagonale 4 m vom abfertigenden Tf entfernt stehen. Dadurch ist eine Aufstellung „vor dem Zug“ möglich – der Tf kann also während des gesamten Halte- und Abfertigungsvorgangs sitzen bleiben.

### Ausschreibung und Pilotierung

Ausgeschrieben wurde die gesamte Systemtechnik als Lieferleistung sowie deren Inbetriebnahme.

Aufgrund des Wertumfangs wurde das System europaweit ausgeschrieben. Kriterien waren sowohl der Preis als auch eine technische Bewertung der angebotenen Lösung. Den Zuschlag bekam die Firma Funkwerk video systeme GmbH, Nürnberg.

### Anzeiger

Bei der angebotenen Lösung werden die verschiedenen Anzeigertypen mit jeweils einen einzigen TFT (Thin-film transistor-Display)-Bildschirm realisiert. Die Bildteilung erfolgt softwaretechnisch. Jeder Anzeiger enthält einen Steuerrechner zur Darstellung der Videobilder und zu Kommunikation mit der Betriebsführung.

Durch die Realisierung einer softwaretechnischen Bildteilung sinkt die Vielfalt der eingesetzten Hardwarekomponenten, da Anzeiger „Typ 1“ (ein Bild 32 Zoll), „Typ 2“ (zwei Bilder 20 Zoll hochkant) und „Typ 3“ (drei Bilder 20 Zoll hochkant) hardwaretechnisch identisch sind.

Der Anzeiger „Typ 4“ ist als 65 Zoll-TFT mit einer Leuchtstärke bis 2000 Candela ausgeführt. (Abb. 4)

### Architektur

Die angebotene Abfertigungsanlage besteht im Wesentlichen aus den Kameras, einem lokalen IP-Netz mit PoE-Infrastruktur zur Spannungsversorgung der Kameras, den Anzeigegeräten und den Objekterkennungssensoren zum Schalten der Bildschirme (Abb. 5). Der Aufbau ist modular, sodass sich auch Standorte mit mehreren Monitoranlagen pro Bahnsteig problemlos realisieren lassen.

### Pilotierung

#### Latenzmessung

Für die Messung der Latenz im Rahmen der Werksabnahme wurde ein Stroboskop eingesetzt, das einen Lichtblitz direkt in eine Kamera erzeugt und gleichzeitig eine Stoppuhr triggert. Ein Fotosensor registriert, wann der Blitz auf dem Bildschirm dargestellt wird und stoppt die Uhr. Da sich dieses Verfahren gut automatisieren lässt, konnte das Latenzverhalten umfangreich untersucht und optimiert werden. Im Ergebnis konnte durch den Gutachter festgestellt werden, dass das System die Latenz entsprechend der Anforderung von 200 ms sicher einhält (Abb. 6).

#### Pilotanlage München Hirschgarten

Zur Pilotierung des Systems wurden an der S-Bahn-Station München Hirschgarten je Fahrt-

richtung eine VA mit einem Anzeiger „Typ 4“ realisiert (Abb. 7 und 8). Die beiden Anlagen befinden sich seit dem 4. März 2020 in Betrieb. Während der sechswöchigen Betriebserprobung kam es zu keinen relevanten Störungen der Anlage, sodass die Typfreigabe erteilt werden konnte.

### Service Management

Die neuen VA-Systeme werden im Rahmen eines „Service Managements“ durch die DB Systel als Generalunternehmer (GU) betrieben. Es soll den stets sicheren IT-Betrieb und die hohe Verfügbarkeit sicherstellen. Fehler müssen früh und möglichst automatisch erkannt werden – möglichst, bevor Auswirkungen sichtbar werden. Da die zugesicherte Wiederherstellungszeit lediglich einen Werktag beträgt, muss eine permanente Überwachung des Systems stattfinden und eingespielte Prozesse müssen gelebt werden, um stets schnell auf Störungen reagieren zu können.

### Resümee

Es wurden bei der Umsetzung einige „alte Zöpfe abgeschnitten“, z. B. durch die Anforderung an den wartungsfreien Betrieb der IT-Hardwarekomponenten und die bessere Ausnutzung von Bildschirmflächen durch vertikale Darstellung der Bilder.

Durch die hierdurch erzielte Verkleinerung des Systems wurden die statischen Anforderungen deutlich gesenkt und eine zeitgemäße Optik erreicht.

Die Berücksichtigung des IT-Service Managements von Anfang an sowie die Einbindung des GU DB Systel bei der Erprobungsphase erlaubte, ein neues IT-System von Beginn an sicher zu betreiben. Umfangreiche Tests zur IT-Sicherheit und zu Funktionalitäten konnten im Vorfeld absolviert werden. Das Vorhalten eines eigenen Testsystems ermöglicht auch im weiteren Lebenszyklus das Einbinden neuer Soft- und Hardwarekomponenten – der sichere IT-Betrieb nach internen Richtlinien der DB sowie nach ISO 27000 ist hier von Anfang an sichergestellt. Durch das Live Monitoring und das dezentrale Vorhalten von Ersatzteilen kann die Verfügbarkeit des Systems gesteigert werden. ■



#### Dipl.-Ing. Torsten Kuhlmeiy

Zulassungsmanagement und dezentrale IT  
DB Station&Service AG, Berlin  
torsten.kuhlmeiy@deutschebahn.com