

**Bahnsteiggleisraumüberwachungssysteme bei der Münchner U-Bahn  
Testbericht**

**Sitzungsvorlage Nr. 14-20 / V 08708**

**Bekanntgabe in der Sitzung des Ausschusses für Arbeit und Wirtschaft am 20.06.2017**  
Öffentliche Sitzung

**Kurzübersicht**  
zur beiliegenden Bekanntgabe

<b>Anlass</b>	Beschluss des Ausschusses für Arbeit und Wirtschaft vom 12.06.12 (Sitzungsvorlage Nr. 08-14 / V 08701), mündliche Zusage eines Sachstands- bzw. Umsetzungsberichts zum Thema elektronische Gleisbettüberwachung
<b>Inhalt</b>	In der Bekanntgabe werden die Testergebnisse von Bahnsteiggleisraumüberwachungssystemen im U-Bahnbereich dargestellt.
<b>Gesamtkosten/ Gesamterlöse</b>	-/-
<b>Gesucht werden kann im RIS auch nach</b>	Stadtwerke München GmbH, SWM, Münchner Verkehrsgesellschaft mbH, MVG, Technische Aufsichtsbehörde, TAB
<b>Ortsangabe</b>	u.a. U-Bahnhof Rotkreuzplatz, U-Bahnhof Studentenstadt

**Bahnsteiggleisraumüberwachungssysteme bei der Münchner U-Bahn  
Testbericht**

**Sitzungsvorlage Nr. 14-20 / V 08708**

**Vorblatt zur Bekanntgabe in der Sitzung des Ausschusses für Arbeit und Wirtschaft am  
20.06.2017**

Öffentliche Sitzung

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>I. Vortrag des Referenten</b>	<b>1</b>
1. Anlass	1
2. Ergebnisbericht der SWM/VB	1
2.1. Vorbemerkung	1
2.2. Versuchsbeschreibung	2
2.3. Erfahrungen	3
2.4. Einschätzung /Haltung der TAB	4
2.5. Ergebnis der weiterführenden Untersuchungen zum radarbasierten Testsystem	4
2.6. Fazit der SWM/VB	5
<b>II. Bekannt gegeben</b>	<b>7</b>

## **Bahnsteiggleisraumüberwachungssysteme bei der Münchner U-Bahn Testbericht**

### **Sitzungsvorlage Nr. 14-20 / V 08708**

#### **Bekanntgabe in der Sitzung des Ausschusses für Arbeit und Wirtschaft am 20.06.2017**

Öffentliche Sitzung

#### **I. Vortrag des Referenten**

##### **1. Anlass**

Der Stadtrat hat sich in der Sitzung des Ausschusses für Arbeit und Wirtschaft am 12.06.12 bereits mit dem Thema Fahrgastsicherheit und in diesem Zusammenhang insbesondere mit der Frage nach einer elektronischen Gleisbettüberwachung beschäftigt.

Die Stadtwerke München GmbH/Unternehmensbereich Verkehr (SWM/VB) hatte seinerzeit die Voraussetzungen und Rahmenbedingungen der Realisierung eines elektronischen Gleisbettüberwachungssystems dargestellt und eine Prüfung avisiert, ob und inwieweit ein solches System im Münchner U-Bahnsystem wirksam installiert werden kann. Die Prüfung ist nun abgeschlossen. Die Ergebnisse hieraus, deren Beurteilung durch SWM/VB sowie die Würdigung durch die bei der Regierung von Oberbayern ansässigen Technischen Aufsichtsbehörde (TAB) werden in Ziffer 2 präsentiert.

##### **2. Ergebnisbericht der SWM/VB**

###### **2.1. Vorbemerkung**

Mit dem Ziel, die Sicherheit für Fahrgäste an den U-Bahnsteigen zu erhöhen, hat die MVG im Alltagsbetrieb drei verschiedene Detektionssysteme getestet, die ein Eindringen von Personen bzw. Gegenständen vom Bahnsteig in den Gleisbereich erkennen sollen und damit eine Zugbremsung veranlassen können. Die Systeme werden in Ziffer 2.2 näher erläutert.

Die von der MVG getesteten Systeme basierten auf drei unterschiedlichen, am Markt angebotenen Technologien. Für den Versuch kamen Radarsensoren, Laserscanner und eine Echtzeit-Videobildanalyse zum Einsatz.

Mit der 2013 begonnenen Testphase sollten Erkenntnisse über Verlässlichkeit, Ausfall, Installations- sowie Wartungsaufwand unter allen Umgebungseinflüssen wie Schmutz, Staub, Regen oder Schnee gewonnen werden. Die Testphase dauerte ein Jahr, um alle vier Jahreszeiten abzudecken. Im Anschluss erfolgte – in Abstimmung mit der TAB – die Aus- und Bewertung der Testergebnisse.

## **2.2. Versuchsbeschreibung**

### **Variante 1: Radarsensoren**

Das System besteht aus Sendern, die im Sicherheitsraum unter dem Bahnsteig montiert werden, und Empfängern auf der Gegenseite des Bahnsteigs. Die Sender- sowie Empfängerseite besteht aus einer lückenlosen Detektionsleiste über die gesamte Bahnsteiglänge. Durch den „Teppich“ aus Radarstrahlen werden Gegenstände mit einer Größe von mehr als 30 cm und Personen erkannt. Am besten werden Gegenstände mit einem hohen Wasseranteil (absorbierende Wirkung gegenüber Radar) erkannt. Dies macht das System gegenüber Fehlauflösungen durch Zeitungen, Tüten etc. unempfindlicher als andere Detektionsmethoden.

### **Variante 2: Laserscanner**

Dieses System erzeugt ähnlich dem Radarsystem ein Netz aus Infrarot-Laserstrahlen über dem Gleisbereich. Über die gesamte Bahnsteiglänge müssen die Geräte im Gegensatz zur Radarlösung nur punktuell angebracht werden, da die Lichtstrahlen von den Geräten in der Horizontalen abgelenkt werden können.

### **Variante 3: Videosensoren**

Die Kameras werden direkt über dem Gleis montiert. Durch eine in der Kamera arbeitende Bildanalysesoftware werden bewegte Objekte erkannt, welche sich vom Bereich des Bahnsteiges in den Gleisbereich bewegen.

Alle drei Detektionssysteme wurden jeweils zusammen an zwei unterschiedlichen U-Bahnstationen aufgebaut, um eine direkte Vergleichbarkeit der Systeme unter den identischen Bedingungen im jeweiligen Bahnhof herzustellen:

#### **Testumgebung U-Bahnhof Rotkreuzplatz:**

Tunnelbahnhof mit nahezu geradem Bahnsteig, niedriger Decke und einer durchschnittlichen Fahrgastfrequentierung.

#### **Testumgebung U-Bahnhof Studentenstadt:**

Oberflächenbahnhof mit nur teilweise überdachtem Bahnsteig und Grünanlagen in unmittelbarer Umgebung, sowie einer durchschnittlichen Fahrgastfrequentierung.

Bei einer Detektion eines Gegenstandes/einer Person im Gleisbereich der oben aufgeführten U-Bahnstationen lief jeweils folgender Prozess ab:

Im Tunnelbereich vor der betroffenen U-Bahnstation wurde eine Signalleuchte angebracht, die von den Systemen automatisch angeschaltet wurde.

Bei Alarm eines der drei Systeme wurde folgender Ablauf ausgelöst:

- Einschalten der gelben Signalleuchte
- Fahrer bremst, fährt auf Sicht in Bahnhof ein
- Fahrer meldet Vorfall per Funk an Leitstelle
- Zug setzt Anlage nach Verlassen des Bahnhofes selber zurück

Durch die von den drei Systemen unabhängigen Datenaufzeichnungsgeräte wurden alle erfassten Ereignisse mitgeschrieben und wöchentlich manuell mit den aufgezeichneten Videobildern der normalen Stationskameras verglichen, um den jeweiligen Auslösegrund zu ermitteln.

Eine Einbindung der Systeme in die Zugsicherung oder eine automatisierte Meldung eines Vorfalls an die Leitstelle wurde bewusst unterlassen, um den Testaufbau so einfach wie möglich zu gestalten.

### **2.3.Erfahrungen**

Jedes der drei getesteten Systeme erzeugte auch nach mehreren technischen Optimierungen im Verlauf des Tests einerseits Fehlauflösungen, andererseits wurden Ereignisse teilweise nicht detektiert.

Im Winter zeigten die drei Systeme bei der im Freien liegenden Anwendung sehr unterschiedliche Empfindlich- bzw. Beeinflussbarkeit gegenüber Schneefall, Schneestaub und in den Gleisbereich fallende Schneemassen durch den Winterdienst.

Je nach System ergaben sich differenzierte weitere Ergebnisse:

- **Radarsensoren**  
Diese Technik überzeugte mit einer vergleichsweise guten Detektionssicherheit sowie einer geringen Fehlauflösung durch Fremdkörper. Allerdings zeigt sich im Winter eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Schneefall/Schneestaub.
- **Laserscanner / Videosensoren**  
Die Laser- und die Videotechnologie sind in den Fehlauflösungsquoten nahezu gleich zu bewerten. Eine zuverlässige Detektion ist bei beiden Systemen nicht gewährleistet. Einige Ereignisse wurden durch Laser und Video nicht erkannt.

Das Video-System hat in bestimmten Situationen erhebliche prinzipbedingte Nachteile. Beispielsweise können keine Gleisstürze detektiert werden, wenn ein stehender Zug das dahinterliegende Gleis optisch verdeckt.

Im Winterbetrieb konnte als einziges System die Videotechnik überzeugen. Das Lasersystem musste wegen permanenter Fehlauflösungen abgeschaltet werden.

#### **2.4.Einschätzung/Haltung der TAB**

Die TAB wurde gemäß der Vorgaben der Verordnung über den Bau und Betrieb von Straßenbahnen (BOStrab) eingebunden, da es sich bei den Detektionssystemen um technische Einrichtungen im Gleisbereich handelt.

Die TAB hat nach Ablauf der genehmigten befristeten Testphase mit Bescheid vom 21.10.2015 festgelegt:

- Alle drei Systeme am Bahnhof Studentenstadt sind vollständig zurückzubauen.
- Am Bahnhof Rotkreuzplatz sind das laser- und das videobasierende Testsystem vollständig zurückzubauen.
- Das radarbasierte Testsystem am Bahnhof Rotkreuzplatz kann vorläufig weiterbetrieben werden, sofern SWM/VB eine weitere Optimierung wünscht, diese bis 31.10.16 durchführt und sich bereit erklärt, das System bis spätestens 31.10.17 in die Zugsicherungsanlage zu integrieren. Andernfalls ist das System ebenfalls vollständig zurückzubauen.

Die TAB stellte aufgrund der vorliegenden Ergebnisse ebenfalls fest, dass bei allen drei getesteten Systemen Fehlauflösungen auftreten. Im Winter bei ausgeprägtem Schneefall seien alle drei Systeme ungeeignet, so dass der Einsatz bei allen U-Bahn-Haltestellen an der Oberfläche nicht in Betracht komme. Alleine aus diesem Grund ist der flächendeckende Einsatz der Gleisbettüberwachung in allen U-Bahn Stationen nicht möglich.

Zitat aus dem Bescheid der TAB: „Einen massiven Sicherheitsgewinn, der in einem realistischen Verhältnis zu den Investitionen bzw. zum Instandhaltungs- und Umrüstungsaufwand steht, kann die TAB nicht erkennen.“

#### **2.5.Ergebnis der weiterführenden Untersuchungen zum radarbasierten Testsystem**

Die von der TAB zugelassenen Untersuchungen zum radarbasierten Testsystem haben im Weiteren zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Eine erste Kostenschätzung der SWM/VB für den Einbau des radarbasierten Systems an 215 Bahnsteigkanten mit Einbindung in die Zugsicherungstechnik belaufen sich auf circa 62,9 Mio. €. Zusätzlich müssten Aufwände für den laufenden Unterhalt und eine spätere Erneuerung der Anlage berücksichtigt werden.
- Hiervon abgesehen ist eine Installation des radarbasierten Systems technisch nur im Bereich des sog. Sicherheitsraums (unterhalb der Bahnsteigkante) möglich. Da der Sicherheitsraum an den Münchner U-Bahnhöfen allerdings nur mit der vorgeschriebenen Mindestdiefe gebaut wurde, würde die Installation diesen an vielen Bahnhöfen unzulässig einschränken. Eine standardisierte Realisierung im Münchner U-Bahnnetz scheidet daher aus.
- Um die Auswirkungen der im Testbetrieb festgestellten Betriebsunterbrechungen auf die Betriebsqualität im Falle einer Einbindung in die Zugsicherungsanlage zu

ermitteln, wurde bei einem Ingenieurbüro eine Simulationsrechnung in Auftrag gegeben. Im Ergebnis der Simulation ergab sich: Eine Einbindung des Systems in die Zugsicherungsanlage hätte bei jeder Auslösung eine Abbremsung des heranahenden Zugs bis zum Stillstand zur Folge. Im Ergebnis der Simulationsrechnung wurde klar erkennbar, dass der 2-Minuten-Takt nicht mehr zuverlässig und nicht unter den von der Genehmigungsbehörde geforderten Bedingungen durchführbar wäre.

- Aus den Ergebnissen der Analyse ist ersichtlich, dass mit Einführung des Systems und Einbindung in die Zugsicherung, wie von der TAB gefordert, ein zuverlässiger und stabiler Betrieb nicht mehr sichergestellt wäre. Die Pünktlichkeit (mit der heutigen Definition ab 2 Min. Verspätung) würde sich um ca. 10 % verschlechtern.
- Eine Einbindung in die aktuelle Zugsicherungstechnik einerseits und ein stabiler 2-Minuten-Takt andererseits schließen sich also beim Stand der Technik aus.

Es musste daher auch bei der radarbasierten Variante entsprechend der TAB-Auflagen ein Rückbau der Testanlage erfolgen.

Der Versuch wurde damit von SWM/VB abgeschlossen.

## **2.6.Fazit der SWM/VB**

Alle drei getesteten Systeme haben nicht zu einer praktikablen und genehmigungsfähigen Lösung geführt, um die Sicherheit der Fahrgäste bei einem Sturz ins Gleis wirksam zu schützen, und mussten deshalb wieder zurückgebaut werden.

Eine andere grundsätzliche Lösung, um Stürze in den Gleisraum zu vermeiden, ist die Abtrennung des Bahnsteigs vom Gleisbereich durch sog. Bahnsteigtüren.

Derartige Systeme werden im Ausland in verschiedenen Varianten im Zusammenhang mit fahrerlosen U-Bahnen eingesetzt. Ein in Deutschland zugelassenes System gab es allerdings bisher nicht. Ob das seit kurzem beim „people mover“ im Bereich des Flughafens München eingesetzte System auf normale U-Bahnen übertragbar und genehmigungsfähig wäre, konnte bisher von SWM/VB noch nicht geprüft werden.

Im internationalen Vergleich werden Gleisbettüberwachungen bzw. Eindringenschutz bei U-Bahnen zu 84 % durch Bahnsteigtüren realisiert und nur zu 16 % durch Überwachungssysteme wie Scanner.

Folgende Problemstellungen sind bei Bahnsteigtürsystemen zu berücksichtigen:

- Bahnsteigtürsysteme setzen nach Kenntnis der SWM/VB bislang einen vollständig einheitlichen Türabstand bei allen eingesetzten Zügen voraus. Diese Voraussetzung ist in München voraussichtlich nicht vor 2030 (= vollständige Ausmusterung

und Ablösung der Baureihe B) gegeben. SWM/VB prüft derzeit technische Alternativen bzw. neuartige Systeme.

- Bei gekrümmten Bahnsteigen reduzieren Bahnsteigtürsysteme die nutzbare Bahnsteigbreite. Dies kann, insbesondere bei älteren Bahnsteigen, zu Konflikten mit einschlägigen Vorschriften und dem Kapazitätsbedarf führen (ist näher zu untersuchen).
- Es ist offen, ob deutsche Behörden ein zeitgleiches Schließen von Bahnsteig- und Zugtüren akzeptieren, oder ob diese aus Sicherheitsgründen ein verzögertes Schließen der Bahnsteigtüren fordern würden. Im zweiten Fall würde dies zu deutlichen Verlängerungen der Haltezeiten führen. Aufgrund der damit verbundenen Reduzierung der Leistungsfähigkeit wäre auch damit der 2-Minuten-Takt unter Umständen nicht mehr möglich.
- Das derzeit im Münchner U-Bahn-Netz eingeführte Zugbeeinflussungssystem (LZB – Linienzugbeeinflussung) kann die Züge nur mit einer Genauigkeit von wenigen Metern am Bahnsteig zum Halten bringen. Diese Genauigkeit ist nicht ausreichend für einen Betrieb mit Bahnsteigtüren. Die vorhandene LZB müsste daher entweder ertüchtigt oder durch ein modernes Zugbeeinflussungssystem ersetzt werden, was wiederum hohe Investitionsaufwendungen verursachen würde.
- Weitere technische Fragen wie die Statik der Bahnsteige, Brandschutzkonzept, Kommunikation zwischen Fahrzeug und Bahnsteigtüren und die Erdung sind zu klären.
- Bahnsteigtürsysteme sind grundsätzlich mit sehr hohen Investitionen, dauerhaftem Unterhaltsaufwand und zusätzlichen Störungsrisiken im Betrieb verbunden.

Aus dem erstgenannten Grund ist eine Realisierung von Bahnsteigtürsystemen in näherer Zukunft sehr kritisch zu sehen. Die SWM wird daher, gemeinsam auch mit anderen U-Bahnbetrieben, die weitere Entwicklung der Technik und der Sicherheitsanforderungen seitens der Behörden beobachten.

Darüber hinaus wird eine Machbarkeitsstudie vorbereitet, um die genannten technischen und betrieblichen Fragen zu beleuchten und eine mögliche langfristige Strategie für eine eventuelle Einführung von Bahnsteigtüren zu entwickeln. Da das Thema Bahnsteigtüren sehr viele Disziplinen betrifft - von Bau, Zugsicherung, Nachrichtentechnik über Fahrzeugtechnik bis hin zum Fahrbetrieb - kann mit ersten Ergebnissen laut Aussage der SWM/VB nicht vor Anfang 2019 gerechnet werden.

Das RAW wird den Stadtrat zu gegebener Zeit erneut über die weiteren Entwicklungen informieren.

Der Korreferent des Referates für Arbeit und Wirtschaft, Herr Stadtrat Richard Quaas, und der Verwaltungsbeirat für das Beteiligungsmanagement, Herr Stadtrat Horst Lischka,



haben jeweils einen Abdruck der Bekanntgabe erhalten.

## II. Bekannt gegeben

Der Stadtrat der Landeshauptstadt München

Der/Die Vorsitzende

Der Referent

Ober-/Bürgermeister/-in  
ea. Stadtrat/-rätin

Josef Schmid  
2. Bürgermeister

## III. Abdruck von I. mit II.

über Stadtratsprotokolle (D-II/V-SP)  
an das Direktorium – Dokumentationsstelle (2x)  
an die Stadtkämmerei  
an das Revisionsamt  
z.K.

## IV. Wv. RAW - FB 5 Netzlaufwerke/allgemein/FB\_V/swm/5 Betrieb/1 Eigentliches Geschäft/08 Verkehr/04 U-Bahn/Gleis- raumüberwachung/Bekanntgabe-Ausschuss.odt zur weiteren Veranlassung.

Zu IV.

1. Die Übereinstimmung des vorstehenden Abdrucks mit der beglaubigten Zweitschrift wird bestätigt.
2. An das Baureferat

Per Hauspost  
An die Stadtwerke München GmbH/VB  
z.K.

Am