



STADTRECHNUNGSHOF WIEN

Landesgerichtsstraße 10
A-1082 Wien

Tel.: 01 4000 82829 FAX: 01 4000 99 82810

E-Mail: post@stadtrechnungshof.wien.at

www.stadtrechnungshof.wien.at

DVR: 0000191

StRH V - GU 230-1/14

Wiener Linien GmbH & Co KG, Prüfung von Brandrauch-
absauganlagen im Bereich der Wiener U-Bahn;

Nachprüfung

Tätigkeitsbericht 2014

KURZFASSUNG

Der Stadtrechnungshof Wien prüfte im Rahmen einer Nachprüfung die Brandrauchabsauganlagen im Bereich der Wiener U-Bahn. Dabei zeigte sich, dass seit dem Tätigkeitsbericht 2011 des damaligen Kontrollamtes eine Reihe von neuen Gutachten und Prüfbefunden in Bezug auf die für die Energieversorgung der Brandrauchabsauganlagen eingesetzten Stromschiensysteme erstellt und darauf aufbauend auch Sanierungsarbeiten durchgeführt wurden.

In Bezug auf die elektromagnetischen Emissionen legte die Wiener Linien GmbH und Co KG ein Gutachten vor, in dem diese Emissionen in zwei ausgewählten U-Bahn-Stationen miteinander verglichen wurden. Der Nachweis zur Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen im Hinblick auf elektromagnetische Emissionen beim Betrieb der Brandrauchabsauganlagen wäre jedoch noch zu erbringen.

Die von der Wiener Linien GmbH und Co KG vorgelegte gutachterliche Stellungnahme eines bauwirtschaftlichen Sachverständigen zur Entscheidung der Verwendung von Stromschiensystemen anstelle von Stromkabel beschränkte sich darauf zu analysieren, welche Unterleistungsgruppe zur Verrechnung kommen sollte. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zum Einsatz von Stromschiensystemen, die auf anlagenspezifische Eigenschaften eingehen, wurden von der Wiener Linien GmbH und Co KG nicht durchgeführt.

Zum Nachweis des geforderten Funktionserhalts der Stromschiensysteme im Brandfall wurden mehrere Versuche bei der Magistratsabteilung 39 beauftragt. Diese orientierten sich an der relevanten Norm, wichen aber in verschiedenen Punkten deutlich von dieser ab.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines	6
2. Prüfungsumfang	7
3. Rechtliche und normative Grundlagen.....	7
4. Stromschienen im Bereich der Brandrauchabsauganlagen der Wiener U-Bahn	8
5. Nachweis des Funktionserhalts der Stromschienen	10
5.1 Ausgangssituation	10
5.2 Prüfberichte der Magistratsabteilung 39	11
6. Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Stromschienen	16
7. Elektromagnetische Verträglichkeit	18
8. Phasenwechsler	20
9. Verschraubung von Potenzialausgleichsverbindungen	20
10. Sanierungsmaßnahmen	21
10.1 Aluminium-Stromschienen.....	21
10.2 Kupfer-Stromschienen	22
11. Begehungen durch den Stadtrechnungshof Wien	22
12. Anmerkungen zur U-Bahn-Station Reumannplatz.....	24
13. Resümee	25
14. Zusammenfassung der Empfehlungen	27

TABELLEN- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Tabelle 1: Im Bereich der Wiener U-Bahn im Einsatz befindliche Kupfer-Stromschienen für Brandrauchabsauganlagen	9
Tabelle 2: Im Bereich der Wiener U-Bahn im Einsatz befindliche Aluminium-Stromschienen für Brandrauchabsauganlagen	9

Tabelle 3: Übersicht über die im September 2012 durchgeführten Untersuchungen betreffend funktionserhaltende Maßnahmen von Stromschienen.....	12
Tabelle 4: Übersicht über die im Jänner 2013 durchgeführten Untersuchungen betreffend funktionserhaltende Maßnahmen von Stromschienen.....	13
Abbildung 1: Offener Spalt im Bereich der Umhüllung der Aluminium-Stromschiene....	23
Abbildung 2: Offener Spalt im Bereich der Umhüllung der Aluminium-Stromschiene....	23

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
Al	Aluminium
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
Cu	Kupfer
DIN	Deutsches Institut für Normung
EG	Europäische Gemeinschaft
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
etc.	et cetera
ETG 1992	Elektrotechnikgesetz 1992
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
GmbH & Co KG	Gesellschaft mit beschränkter Haftung & Compagnie Kommanditgesellschaft
inkl.	inklusive
kW	Kilowatt
lt.	laut
LV-HAT	Leistungsverzeichnis Haustechnik
mm	Millimeter
mm ²	Quadratmillimeter
Nr.	Nummer

o.a	oben angeführt
ÖNORM.....	Österreichische Norm
ÖVE.....	Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Pkt.	Punkt
rd.	rund
s.....	siehe
Stk.	Stück
Tab.	Tabelle
u.a	unter anderem
ULG	Unterleistungsgruppe
VDE	Verband deutscher Elektrotechniker
W.....	Watt
Wiener Linien.....	WIENER LINIEN GmbH & Co KG
z.B.	zum Beispiel

GLOSSAR

Brandrauchabsauganlage

Eine Anlage, die mittels Ventilatoren den Abzug von bei einem Brand entstehendem heißem Brandrauch bewirkt.

PRÜFUNGSERGEBNIS

Der Stadtrechnungshof Wien führte eine stichprobenweise Nachprüfung zum Tätigkeitsbericht 2011 des damaligen Kontrollamtes (WIENER LINIEN GmbH & Co KG, Prüfung von Brandrauchabsauganlagen im Bereich der Wiener U-Bahn) durch und teilte das Ergebnis seiner Wahrnehmungen nach Abhaltung diesbezüglicher Schlussbesprechungen den geprüften Stellen mit. Die von den geprüften Stellen abgegebenen Stellungnahmen wurden berücksichtigt. Allfällige Rundungsdifferenzen bei der Darstellung von Berechnungen wurden nicht ausgeglichen.

1. Allgemeines

Das damalige Kontrollamt überprüfte im Jahr 2011 die Brandrauchabsauganlagen im Bereich der U-Bahnlinien 1, 2 und 4 (s. Tätigkeitsbericht 2011, WIENER LINIEN GmbH & Co KG, Prüfung von Brandrauchabsauganlagen im Bereich der Wiener U-Bahn).

Die damalige Prüfung zeigte, dass gegenüber den ausgeschriebenen Stromkabel für die Energieversorgung der in der U1 Station Großfeldsiedlung, in den U2 Stationen Schottenring und Taborstraße, im Tunnel im Bereich der U2 Station Schottenring sowie in der U4 Station Schottenring installierten Brandrauchabsauganlagen Stromschienen zur Ausführung gelangten, wodurch Mehrkosten anfielen.

Für die Verbindungsmodule und Anschlusselemente der Stromschienen der an diesen Örtlichkeiten installierten Brandrauchabsauganlagen fehlte der Nachweis, dass die brandschutztechnischen Anforderungen zur Gänze erfüllt waren. Weiters fiel auf, dass die Stromschienen elektromagnetisch nicht abgeschirmt waren und dass Phasenwechsler eingebaut wurden, obwohl die Drehrichtung der Brandrauchabsauganlagen auch an den zugehörigen Frequenzumrichtern hätte definiert werden können.

Das damalige Kontrollamt empfahl den Wiener Linien entsprechende Veranlassungen zu treffen, um so die ausreichende Funktion der Brandrauchabsauganlagen im Brandfall sicherzustellen. Diese umfassten die Nachrüstung der fehlenden Abschirmungen

sowie im Fall, dass die fehlenden Prüfzeugnisse nicht eingeholt werden können, entsprechende Untersuchungen einer dafür geeigneten Prüfstelle.

Die Wiener Linien sagten zu, *ein technisches Brandprüfgutachten über die Funktion der Gesamtanlage (Stromschiene und Befestigungssystem) im Weg einer befugten Prüf- stelle zu veranlassen und eine unabhängige Prüfgutachterin bzw. einen unabhängigen Prüfgutachter in Bezug auf die Notwendigkeit der teilweise eingesetzten Phasenwechs- ler sowie betreffend der elektromagnetischen Abstrahlung zu beauftragen.*

2. Prüfungsumfang

Ziel der Nachprüfung des Stadtrechnungshofes Wien war es festzustellen, ob die vom damaligen Kontrollamt im Tätigkeitsbericht 2011 an die Wiener Linien abgegebenen Empfehlungen umgesetzt wurden.

Dabei wurden die dem Stadtrechnungshof Wien von den Wiener Linien zwischenzeitlich vorgelegten Nachweise und Gutachten eingesehen und kritisch gewürdigt.

Die bereits erfolgten Sanierungsmaßnahmen wurden vom Stadtrechnungshof Wien vor Ort begutachtet.

3. Rechtliche und normative Grundlagen

Beginnend von EU-Richtlinie über Bundes- und Landesgesetze bis hin zu Regelwerken zahlreicher Interessenverbände gibt es eine Reihe von Dokumenten zur Errichtung, In- standhaltung und zum Betrieb von elektrischen Anlagen.

Beispielsweise wird in der EU-Richtlinie 2004/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 zur *Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit und zur Aufhebung der Richtlinie 89/336/EWG (EMV-Richtlinie)* bereits festgehalten, dass zum Schutz gegen elektromagnetische Störungen nationale Gesetze und Normen beispielsweise für orts- feste Anlagen, große Maschinen und deren Versorgungsnetze festzulegen sind. In den dazu ergangenen nationalen Gesetzen und einschlägigen Regelwerken beispielsweise

des ÖVE oder des Austrian Standards Institute werden dazu nähere Bestimmungen getroffen.

Ferner sind elektrische Anlagen entsprechend dem zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden Elektrotechnikgesetz und der zugehörigen Elektrotechnikverordnung sowie entsprechend den damit für verbindlich erklärten Normen, wie beispielsweise die ÖVE/ÖNORM E 8002-1, *Starkstromanlagen und Sicherheitsstromversorgung in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen, Teil 1 - Allgemeines*, auszuführen, zu betreiben, instand zusetzen und zu überprüfen. Beispielsweise wird in dieser verbindlichen Norm für mechanische Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (dazu zählen auch die Brandrauchabsauganlagen) ein Funktionserhalt von 90 Minuten gefordert.

4. Stromschienen im Bereich der Brandrauchabsauganlagen der Wiener U-Bahn

4.1 Die Wiener Linien setzten im Bereich der U-Bahn überwiegend Stromschienen anstelle von Kabel zur Energieversorgung der Brandrauchabsauganlagen ein. Die Stromschienen können als "steifes Kabel" gesehen werden und sind ähnlich wie dieses aufgebaut: Im Inneren befinden sich mehrere stromführende Leiter, die von einer isolierenden Hüllschicht umgeben sind.

Die Leiter selbst sind aus Kupfer oder Aluminium; entsprechend wird zwischen Kupfer- bzw. Aluminium-Stromschienen unterschieden.

Die isolierende Hüllschicht besteht aus einer Mischung aus Epoxidharz und mineralischen Füllstoffen.

Zusätzlich ist diese Hüllschicht noch mit einem äußeren Anstrich versehen, bestehend aus einem Grundanstrich, einem speziellen Brandschutzanstrich (Dämmschichtbildner) sowie einem Deckanstrich, zum Schutz gegen Beschädigungen, Feuchtigkeit etc.

4.2 Kupfer-Stromschienen, in denen fünf Kupferleiter mit einem Leitungsquerschnitt von je 563 mm^2 enthalten sind, wurden für die Brandrauchabsauganlagen im Bereich der Stationen gemäß Tab. 1 verbaut und befanden sich zum Zeitpunkt der Nachprüfung in

Betrieb. Ferner sind in Tab. 1 die maximalen auftretenden Leistungen, welche über die Stromschienen transportiert werden müssen sowie die Anzahl der daran angeschlossenen Ventilatoren (die jedoch im Allgemeinen nicht alle gleichzeitig in Betrieb sind) und deren Anschlussleistung aufgelistet.

Tabelle 1: Im Bereich der Wiener U-Bahn im Einsatz befindliche Kupfer-Stromschienen für Brandrauchabsauganlagen

Linie	Einsatzbereich bzw. Standort	Maximale auftretende Leistung über Stromschiene	Anzahl Ventilatoren und deren Anschlussleistung
U1	Kagraner Platz, Tunnel 1.82	110 kW	2 Stk. zu je 55 kW
U1	Kagraner Platz, West 1.07	237 kW	1 Stk. zu je 200 kW 1 Stk. zu je 37 kW
U1	Kagraner Platz, Ost 1.33, 1.35, 1.36	279 kW	1 Stk. zu je 132 kW 1 Stk. zu je 37 kW 2 Stk. zu je 55 kW
U1	Großfeldsiedlung	564 kW	2 Stk. zu je 250 kW 2 Stk. zu je 32 kW
U1	Leopoldau, Mitte 0.62	350 kW	2 Stk. zu je 162 kW 4 Stk. zu je 6,5 kW

Quelle: Stadtrechnungshof Wien

4.3 Die Aluminium-Stromschienen, in denen fünf Aluminiumleiter mit einem Leitungsquerschnitt von je 720 mm² enthalten sind, wurden für die Brandrauchabsauganlagen im Bereich der Stationen gemäß Tab. 2 verbaut und befanden sich zum Zeitpunkt der Nachprüfung in Betrieb. In Tab. 2 sind ebenfalls die maximalen auftretenden Leistungen, welche über die Stromschienen transportiert werden müssen sowie die Anzahl der daran angeschlossenen Ventilatoren und deren Anschlussleistung (die jedoch im Allgemeinen nicht alle gleichzeitig in Betrieb sind) aufgelistet.

Tabelle 2: Im Bereich der Wiener U-Bahn im Einsatz befindliche Aluminium-Stromschienen für Brandrauchabsauganlagen

Linie	Einsatzbereich bzw. Standort	Maximale auftretende Leistung über Stromschiene	Anzahl Ventilatoren und deren Anschlussleistung
U2	Schottentor, Tunnel 1.126	437 kW	1 Stk. zu je 315 kW 1 Stk. zu je 27 kW 1 Stk. zu je 24,2 kW 2 Stk. zu je 33 kW
U2	Schottenring, West 5.07	304 kW	2 Stk. zu je 250 kW 3 Stk. zu je 22 kW
U2	Schottenring, Ost 5.19	322 kW	2 Stk. zu je 250 kW 4 Stk. zu je 22 kW

Linie	Einsatzbereich bzw. Standort	Maximale auftretende Leistung über Stromschiene	Anzahl Ventilatoren und deren Anschlussleistung
U2	Taborstraße, West 2.03	324 kW	1 Stk. zu je 250 kW 2 Stk. zu je 37 kW
U2	Taborstraße, Ost 1.21	324 kW	1 Stk. zu je 250 kW 2 Stk. zu je 37 kW 1 Stk. zu je 37 kW
U2	Praterstern, West 2.82, 2.110	90 kW	2 Stk. zu je 45 kW
U2	Praterstern, West 2.80, 2.105	90 kW	2 Stk. zu je 45 kW
U2	Messe Wendeanlage	296 kW	12 Stk. zu je 37 kW
U4	Schottenring, Mitte 1.120, 1.122	647 kW	2 Stk. zu je 250 kW 2Stk. zu je 11 kW 2 Stk. zu je 63,3 kW

Quelle: Stadtrechnungshof Wien

4.4 Zusätzlich wurden bei den im Zuge der Nachprüfung durchgeführten Begehungen des Stadtrechnungshofes Wien neu installierte, aber noch nicht in Betrieb befindliche, Aluminium-Stromschienen im Bereich der U1 Station Reumannplatz zur Energieversorgung der Brandrauchabsauganlagen vorgefunden. Diese waren im Zuge der Umbaumaßnahmen zur Erweiterung der U-Bahnlinie U1 in Richtung Oberlaa installiert worden.

5. Nachweis des Funktionserhalts der Stromschienen

5.1 Ausgangssituation

Zum Nachweis der Brandschutzqualifikation der in Rede stehenden Stromschienen lag im Zeitpunkt der Nachprüfung sowohl ein englischsprachiges als auch ein deutschsprachiges Datenblatt sowie ein in Englisch verfasster Prüfbericht einer niederländischen Prüfanstalt und dessen deutsche Übersetzung vor. In den englischsprachigen Unterlagen wird die Hüllschicht der Stromschiene als *"halogenfree, inflammable and emits no toxic gases"* bezeichnet, in der deutschen Übersetzung des Prüfberichtes als *"halogenfrei, brennbar und nicht toxisch"*. In der deutschen Version des Datenblattes wird jedoch die Stromschiene als *"halogenfrei, selbstlöschend und entwickelt keine toxischen Gase"* bezeichnet. Der Hinweis auf die Brennbarkeit der Hüllschicht ("inflammable" bedeutet "brennbar") findet sich im deutschen Datenblatt nicht.

Aufgrund der Diskrepanz zwischen dem deutschen und englischen Datenblatt wäre nach Ansicht des Stadtrechnungshofes Wien die Unbedenklichkeit der Brennbarkeit der

Hüllschicht der Stromschienen zu belegen, damit im Fall eines Brandes kein Brandübertrag durch diese Hüllschicht, über die Brandabschnittsgrenzen hinweg, erfolgen kann.

Entsprechend dem erwähnten Datenblatt sind diese Stromschienen mit einem Funktionserhalt für 30 bzw. 60 Minuten (E30 bzw. E60) verfügbar. Um im Fall eines Brandes im Bereich der Wiener U-Bahn den vorgeschriebenen Funktionserhalt von 90 Minuten erfüllen zu können, waren daher diese von der Herstellerin mit einer Brandschutzbeschichtung (äußerer Anstrich) versehen worden.

Der erwähnte Prüfbericht der niederländischen Prüfanstalt bezog sich darauf, den Funktionserhalt dieser beschichteten Stromschienen an sich, im Allgemeinen ohne Berücksichtigung der bei den Wiener Linien in Verwendung stehenden sogenannten Verbindungsmodule, zu definieren. Somit war dieser Prüfbericht nicht geeignet, den geforderten Funktionserhalt der bei den Wiener Linien in Verwendung stehenden Stromschienensysteme (bestehend aus Stromschienen, Verbindungselementen und funktionserhaltende Maßnahmen) nachzuweisen.

5.2 Prüfberichte der Magistratsabteilung 39

5.2.1 Entsprechend den Empfehlungen im Tätigkeitsbericht 2011 des damaligen Kontrollamtes veranlassten die Wiener Linien im Jahr 2012 Untersuchungen zum Nachweis des geforderten Funktionserhalts für die im Bereich der Wiener U-Bahn bereits montierten und seit dem Jahr 2010 in Betrieb befindlichen Kupfer- als auch Aluminium-Stromschienensysteme (Stromschienen, Verbindungselemente und funktionserhaltenden Maßnahmen).

Dazu beauftragten die Wiener Linien am 19. April 2012 die Magistratsabteilung 39 zur Durchführung von Brandwiderstandsprüfungen gemäß ÖNORM DIN 4102-12, *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen, Anforderungen und Prüfungen*.

Da sich bei diesen Versuchen zeigte, dass der geforderte Funktionserhalt jedenfalls bei den im U-Bahn-Bereich im Einsatz befindlichen Aluminium-Stromschienensystemen

nicht erreicht wurde, forderten die Wiener Linien die bauausführende Firma am 25. September 2012 auf, die in der Wiener U-Bahn in Betrieb befindlichen, nunmehr als mangelhaft bezeichnete Aluminium-Stromschienensysteme umgehend zu sanieren.

Diese Firma ließ in der Folge im Jahr 2013 weitere verschiedene Stromschienensysteme von der Magistratsabteilung 39 testen, um geeignete funktionserhaltende Maßnahmen zu ermitteln.

In Tab. 3 und Tab. 4 sind die verschiedenen Kombinationen aus Stromschienen und funktionserhaltenden Maßnahmen angeführt, die von der Magistratsabteilung 39 in den Jahren 2012 und 2013 getestet wurden.

Tabelle 3: Übersicht über die im September 2012 durchgeführten Untersuchungen betreffend funktionserhaltende Maßnahmen von Stromschienen

Prüfdatum	Stromschienen Typ	Maßnahmen zur Erhöhung des Funktionserhalts		Geforderte Funktionsdauer Minuten	Gemessene Funktionsdauer Minuten	Funktionsdauer erreicht
		Anstrich Stromschiene	Umhüllung mit brandbeständigen Platten			
13.09.2012	Cu, Typ A	1x Grundanstrich 2x Brandschutzbeschichtung 1x Decklack	Verbindungsstelle doppelt eingehüllt	90	89	Nein
	Cu, Typ A		Verbindungsstelle nicht eingehüllt; s. Pkt. 5.2.3		96	Ja
	Al, Typ B		Verbindungsstelle nicht eingehüllt		57	Nein
	Al, Typ B		Verbindungsstelle doppelt eingehüllt		83	

Quelle: Stadtrechnungshof Wien

Tabelle 4: Übersicht über die im Jänner 2013 durchgeführten Untersuchungen betreffend funktionserhaltende Maßnahmen von Stromschienen

Prüfdatum	Stromschienen Typ	Maßnahmen zur Erhöhung des Funktionserhalts		Geforderte Funktionsdauer	Gemessene Funktionsdauer	Funktionsdauer erreicht
		Anstrich Stromschiene	Umhüllung mit brandbeständigen Platten			
		Minuten	Minuten			
28.01.2013	Al, Typ B	1x Grundanstrich 3x Brandschutzbeschichtung 1x Decklack	Gesamte Stromschiene und Verbindungsstelle eingehüllt	90	>120	Ja
	Al, Typ B		Gesamte Stromschiene und Verbindungsstelle doppelt eingehüllt		>120	
	Al, Typ C	Kein Anstrich, aber 2 mm dickes metallisches Schutzblech	Gesamte Stromschiene und Verbindungsstelle eingehüllt		102	
	Al, Typ D				101	

Quelle: Stadtrechnungshof Wien

5.2.2 In Bezug auf die Kupfer-Stromschienen kann anhand o.a. Tabellen festgestellt werden, dass lediglich im September 2012 zwei ähnliche Versuchsanordnungen getestet wurden. Der Unterschied der beiden Versuchsanordnungen lag darin, dass bei der einen die Verbindungsstelle besser gegen Brand geschützt wurde als bei der anderen, nämlich lt. Prüfbericht durch doppelte Ummantelung mit brandbeständigen Platten.

Bei den Versuchen erreichte der Versuchsaufbau mit doppelt umhüllter Verbindungsstelle nicht den geforderten Funktionserhalt (Ausfall nach 89 Minuten), während hingegen der andere Versuchsaufbau für 96 Minuten in Betrieb blieb.

5.2.3 Wie der Stadtrechnungshof Wien bei Durchsicht der Prüfberichte feststellte, war die Prüfgutbeschreibung (Beschreibung des Aufbaus des geprüften Stromschienensystems) für den erfolgreichen Versuch von Kupfer-Stromschienensystemen unklar bzw. widersprüchlich formuliert. So wurde an einigen Stellen des Prüfberichts angeführt, dass die gesamte Stromschiene inkl. Verbindungsstelle mit brandbeständigen Platten verkleidet war, während in der Prüfgutbeschreibung desselben Berichts detailliert (mit Maßangaben etc.) vermerkt wurde, dass nur die Verbindungsstelle mit brandbeständigen Platten verkleidet war. Zudem waren die Vertreter der Abteilung B 68 der Wiener

Linien der Ansicht, dass es bei diesem Versuchsaufbau keine Verkleidung der Versuchsanordnung mit brandbeständigen Platten gab.

Nach Aufzeigen dieser Diskrepanz wurde unmittelbar vor Beendigung der Nachprüfung im Frühjahr 2014 (rd. eineinhalb Jahre nach Durchführung der relevanten Versuche in der Magistratsabteilung 39), von den Wiener Linien dem Stadtrechnungshof Wien eine von der Magistratsabteilung 39 erstellte Korrektur zu dem oben erwähnten Prüfbericht für Kupfer-Stromschienensysteme übermittelt. Durch diese Korrektur war nun die Prüfgutbeschreibung des Versuchs eindeutig formuliert. Demnach handelte es sich bei dem damaligen Versuchsaufbau um eine unverkleidete Stromschiene mit unverkleideter Verbindungsstelle, so wie sie im Bestand der Wiener U-Bahn bereits seit dem Jahr 2010, dem Errichtungsjahr der Anlagen, im Einsatz stand.

5.2.4 Die Einschau in die Anforderungen der ÖNORM DIN 4102-12 zeigte, dass für *die Einstufung in eine Funktionserhaltungsklasse das ungünstigste Ergebnis der Prüfung von mindestens zwei gleichen Probekörpern* heranzuziehen ist.

Gemäß den Prüfberichten der Magistratsabteilung 39 erfolgte jedoch die Einstufung der Stromschienensysteme in eine Funktionserhaltungsklasse im Allgemeinen nur anhand der Prüfungsergebnisse von einem Probanden.

Insbesondere bei der Beurteilung des Funktionserhalts von Kupferstromschienen sah der Stadtrechnungshof Wien diesen Aspekt als kritisch an, da der dem positiven Versuch ähnliche, zweite, eigentlich besser geschützte Versuchsaufbau den Funktionstest von 90 Minuten nicht bestanden hatte. In Anlehnung an die Normvorgabe hätte somit das bei den Wiener Linien in Verwendung stehende Kupfer-Stromschienensystem nicht ohne weitere Versuche in die Funktionserhaltungsklasse von mindestens 90 Minuten eingestuft werden dürfen.

5.2.5 Eine Anforderung der ÖNORM DIN 4102-12 ist es, dass *bei den praxisgerecht eingebauten Probekörpern während der Dauer des Funktionserhalts kein Kurzschluss auftreten und der Stromfluss nicht unterbrochen werden darf*.

Entsprechend den Prüfberichten kam es jedoch im Laufe der Versuchsdurchführungen immer wieder zu derartigen Unterbrechungen, beispielsweise durch eine *"kurzzeitige Flammenbildung im Sicherungskasten"*, durch *"Ausfall der Spannungsversorgung"* etc. Dies wurde aber nicht als Funktionsunterbrechung gewertet, sondern die Magistratsabteilung 39 erklärte dies im Zuge der Nachprüfung damit, dass die Spannungsversorgung des Versuchsaufbaus und deren Absicherung ungenügend waren.

Eine genauere Analyse, ob diese Ereignisse beispielsweise durch einen kurzzeitigen Spannungsüberschlag (Kurzschluss) in der Stromschiene ausgelöst wurden etc., erfolgte nicht. Eine Abklärung der Ursache wäre jedoch insbesondere von Bedeutung gewesen, da beispielsweise bei dem positiv durchgeführten Versuch zum Nachweis des Funktionserhalts des Kupfer-Stromschiensystems bereits nach 18 Minuten die Spannungsversorgung das erste Mal ausgefallen war.

5.2.6 In der ÖNORM DIN 4102-12 wird in Bezug auf die elektrische Belastung der Stromschienen während der Versuchsdurchführung angemerkt, dass *der nach dieser Norm beurteilte Funktionserhalt von Kabelanlagen nicht einen Spannungsabfall bzw. eine reduzierte Strombelastbarkeit durch temperaturbedingte Widerstandserhöhung aufgrund behinderter Wärmeabfuhr der Leiter abdeckt*. Ferner wird auf die Norm DIN VDE 0472 Teil 814, *Prüfung an Kabeln und isolierten Leitungen, Isolationserhalt bei Flammeneinwirkung* verwiesen, in der u.a. eine für die Durchführung der Versuche einzuhaltende Spannung definiert, jedoch keine Festlegung getroffen wird, mit welcher Leistung der Proband bei der Durchführung der Versuche belastet werden soll.

Wie der Stadtrechnungshof Wien feststellte, wurden bei den Prüfversuchen in der Magistratsabteilung 39 die Stromschienen mit 100 W belastet, während im realen Betriebsfall das bis zu Sechstausendfache davon auftritt.

Eine rechnerische Berücksichtigung der Eigenerwärmung der Stromschienen durch die hohe Belastung im Betriebsfall (im Sinn des oben angeführten Normenhinweises) wur-

de nicht durchgeführt. Deren Auswirkung auf die Funktionsdauer blieb daher unberücksichtigt.

6. Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Stromschienen

6.1 Zum Nachweis der Richtigkeit des von den Wiener Linien durchgeführten Kostenvergleichs zum Einsatz von Stromschienen gegenüber Stromkabel übermittelten diese dem Stadtrechnungshof Wien eine gutachterliche Stellungnahme eines bauwirtschaftlichen Sachverständigen vom April 2012 (*"Stellungnahme zur Entscheidung der Wiener Linien Stromschienen statt Kabel- oder Einzelleiter für die Stromversorgung der Brandrauchentlüftung bei der Verlängerung der U1 und U2 zu verwenden"*).

Diese Stellungnahme baut auf von den Wiener Linien für den Gutachter zusammengestellten Informationen auf, wie beispielsweise technischen Daten (z.B. benötigtes Material und benötigte Mengen, räumliche Abmessungen etc.) und einem Teilauszug des Leistungsverzeichnisses *"Planung und Errichtung der Niederspannungsanlagen und Elektroinstallationen im Bereich der U1 Nord und der Linie U2 sowie Schottenring und Praterstern"*.

6.2 Der Gutachter sah seine Aufgabe darin zu überprüfen, welche Unterleistungsgruppe für die Kalkulation eines Kostenvergleichs "Stromschiene versus Stromkabel" in Bezug auf das dazu benötigte Tragsystem heranzuziehen ist.

In den Ausführungen seiner gutachterlichen Stellungnahme wurden u.a. verschiedene Unklarheiten des Leistungsverzeichnisses beleuchtet. So führte der Gutachter an, dass *offensichtlich Befestigungssysteme in zweifacher Weise ausgeschrieben* wurden, wodurch es zu zwei verschiedenen Kostenansätzen für ein und dieselbe Leistung in ein und demselben Leistungsverzeichnis kam. Einige Positionen der für die Kostenschätzung wesentlichen Unterleistungsgruppe waren *überhaupt schwer kalkulierbar, wenn nicht sogar unkalkulierbar*, da es unausgefüllte Ausschreibungslücken gab. Ferner gab es bei einzelnen Positionen nach seiner Ansicht auch zu allgemeine Angaben (z.B. *"alle E 90 Kabel"*) was *Verwirrung schaffen und im Zusammenhang mit anderen ULG Undeutlichkeiten hervorrufen* konnte.

Nach einer Analyse der ihm zur Verfügung stehenden Unterlagen und unter Heranziehung des allgemein verfügbaren LV-HAT kam der Gutachter zum Schluss, dass von den Wiener Linien die zutreffenden Positionen einer bestimmten Unterleistungsgruppe für die Kostenschätzung gewählt wurden.

6.3 Eine detaillierte Durchsicht der gutachterlichen Stellungnahme durch den Stadtrechnungshof Wien im Zuge der Nachprüfung zeigte, dass diese allein nicht geeignet war, als ausreichender Nachweis des wirtschaftlichen Einsatzes von Stromschienen bei den Wiener Linien angesehen zu werden.

So fehlten in dem, dem Gutachter zur Verfügung gestellten Teilauszug des Leistungsverzeichnisses wesentliche Positionen zu einer wirtschaftlichen Analyse. Beispielsweise war dem Gutachter nicht bekannt, dass neben den Stromschienen auch Stromkabel in ausreichend großen Dimensionen zur Energieversorgung der Brandrauchabsauganlagen verfügbar waren.

6.4 Ferner waren die Mengenangaben in dem, der gutachterlichen Stellungnahme zugrunde liegenden Kostenvergleich der Wiener Linien "Stromschiene versus Stromkabel" nach Ansicht des Stadtrechnungshofes Wien nicht entsprechend gewählt worden, obwohl der Kostenvergleich auf einer konkret ausgeführten Referenzanlage basierte und somit die anlagenspezifischen Anforderungen (Leitungswege, Örtlichkeiten etc.) sowohl für die Ausführung mit Stromkabel als auch für die Ausführung mit Stromschiene gleichermaßen bekannt waren. Tatsächlich wurden für die Ausführungen mit Stromkabel deutlich längere Verlegestrecken (insgesamt um rd. achtfach längere Verlegestrecken) angenommen, als für die Stromschienen. Begehungen der Referenzanlage durch den Stadtrechnungshof Wien zeigten, dass diese Annahmen nicht zutrafen.

6.5 Wirtschaftliche Betrachtungen zur Notwendigkeit der verwendeten Komponenten, beispielsweise ob die Leitungsquerschnitte, wie sie die verwendeten Kupfer-Stromschienen aufweisen, benötigt werden, erfolgten in der gutachterlichen Stellungnahme nicht. Erste Abschätzungen des Stadtrechnungshofes Wien zeigten, dass in

zahlreichen Fällen auch das Auslangen mit teilweise deutlich geringeren Leitungsquerschnitten hätte gefunden werden können. Dies hätte nicht zuletzt auch aufgrund des hohen Kupferpreises Einfluss auf die wirtschaftlichen Betrachtungen zum Einsatz von Stromschienen.

7. Elektromagnetische Verträglichkeit

7.1 Laut Herstellerinnenangaben bzw. Herstellerangaben der sogenannten Frequenzumrichter der Brandrauchabsauganlagen sind zum Anschluss von Ventilatoren mit einer Leistungsaufnahme von größer 30 kW nur sogenannte "symmetrisch geschirmte" Kabel zulässig, da nur durch diese die prinzipiell immer bei stromdurchflossenen Leiter (Kabel) erzeugten elektromagnetischen Emissionen ausreichend gedämpft werden. Durch diese elektromagnetischen Emissionen können andere elektrotechnische Komponenten (Kommunikation, Signale, Steuerungen etc.) beeinflusst bzw. gestört werden.

Da das Zusammenwirken zwischen Ventilatoren, Stromschienen und Frequenzumrichter beim Betrieb der Brandrauchabsauganlagen im Bereich der Wiener U-Bahnen nicht diesen Herstellerinnenangaben bzw. Herstellerangaben entsprach - die zum Einsatz gelangten Stromschienen besaßen keine entsprechende elektromagnetische Abschirmung - war von den Wiener Linien der Nachweis der ordnungsgemäßen Ausführung zu erbringen.

7.2 Das von den Wiener Linien als Folge des Tätigkeitsberichts 2011 des damaligen Kontrollamtes in Auftrag gegebenen Gutachten vom 14. Mai 2012 - *Gutachten über Vergleichsmessungen von EMV-Störgrößen an ungeschirmten Stromschienen und geschirmten Kabel* - wurde im Zuge der Nachprüfung dem Stadtrechnungshof Wien übergeben.

Im Wesentlichen werden darin die vor Ort vermessenen elektromagnetischen Emissionen in den Betriebsräumen der U-Bahn-Station Großfeldsiedlung und Praterstern miteinander verglichen. Diese beiden Stationen wurden deshalb ausgewählt, da in der Station Großfeldsiedlung nahezu ausschließlich ungeschirmte Stromschienen zur Versorgung der Ventilatoren der Brandrauchabsauganlagen vorhanden sind, während hinge-

gen in der Station Praterstern die Energieversorgung der Brandrauchabsauganlagen sowohl durch ungeschirmte Stromschienen als auch durch geschirmte Kabel erfolgt.

Die im Gutachten angeführten Messkurven in der Station Großfeldsiedlung zeigen bei Betrieb der Brandrauchabsauganlagen einen Anstieg der elektromagnetischen Störstrahlung in sehr breiten Frequenzbereichen um das rd. 30-Fache bis 100-Fache. Die Messkurven der Station Praterstern zeigen bei Betrieb der Brandrauchabsauganlagen eine Erhöhung der Störstrahlung um das rd. zehnfache bis 30-Fache (je nach Aufstellungsort und Ausrichtung der Messantenne) in ähnlichen Frequenzbereichen.

Der Gutachter kam zum Schluss, dass *aufgrund der Messergebnisse die Ausführungen der Elektroinstallation für die Ventilatorversorgung in den Stationen Großfeldsiedlung und Praterstern als gleichwertig in Bezug auf die abgestrahlte Störstrahlung bei Stromschienen oder geschirmter Leitungen angesehen werden können.*

7.3 Wie der Stadtrechnungshof Wien feststellte, erfolgte bei den Messwerten der Station Praterstern keine Angabe, ob die gemessenen Störstrahlungen durch die dort vorhandenen ungeschirmten Stromschienen, durch die geschirmten Kabel oder durch beide gleichzeitig hervorgerufen wurden.

7.4 Ferner erfolgen in dem Gutachten keine Nennung und kein Bezug auf die zur Beurteilung herangezogenen bzw. heranzuziehenden Normen und Regelwerke. Es geht somit aus dem Gutachten nicht hervor, ob die bei der Wiener U-Bahn im Einsatz befindlichen Brandrauchabsauganlagen prinzipiell der EMV-Richtlinie genügen.

7.5 Im Gespräch mit dem Stadtrechnungshof Wien erklärte der Gutachter, dass er in seinem Gutachten keine quantitativen Aussagen treffen, sondern nur aufzeigen wollte, welche Frequenzbereiche durch die Emission betroffen sind. Aus den Messkurven schloss er, dass in jeder der beiden Stationen die elektromagnetischen Emissionen durch den Betrieb der Brandrauchabsauganlagen - in ähnlichen Frequenzbereichen - angehoben wurden.

Ferner betonte er, dass sein Gutachten eine Einzelfallmessung ist und die Ergebnisse keinesfalls für die Gesamtheit der Brandrauchabsauganlagen in den Stationen der Wiener U-Bahn Gültigkeit besäßen. Dafür wären weitere Messungen und eine umfangreichere Analyse notwendig.

7.6 Daher kam der Stadtrechnungshof Wien im Zuge der Nachprüfung zum Schluss, dass die von den Wiener Linien zugesagten Messungen bzgl. der elektromagnetischen Störstrahlungen durchgeführt wurden, bei denen auch nachgewiesen wurde, dass es beim Betrieb der Brandrauchabsauganlagen zu einer Erhöhung der elektromagnetischen Störstrahlung in bestimmten Frequenzbereichen kommt, dass aber der Nachweis zur Einhaltung der EMV-Richtlinien bei den von den Wiener Linien im U-Bahn-Bereich betriebenen Brandrauchabsauganlagen mit Stromschienensystemen fehlte. Der Stadtrechnungshof Wien verwies in diesem Zusammenhang darauf, dass alle elektrotechnischen Anlagen, also auch die hier erwähnten, die Bestimmungen des ETG 1992 und somit auch der EMV-Richtlinie, einzuhalten haben.

8. Phasenwechsler

Das vom damaligen Kontrollamt im Tätigkeitsbericht 2011 geforderte Gutachten zum Nachweis der Notwendigkeit von sogenannten Phasenwechslern im Verlauf der Stromschienen wurde von den Wiener Linien beigebracht.

Darin wird plausibel dargelegt, dass diese notwendig sind, um die störenden Einflüsse der einzelnen Leiter einer Stromschiene durch gegenseitige elektromagnetische Beeinflussung zu reduzieren.

Der Stadtrechnungshof Wien sieht seine diesbezügliche Empfehlung im Tätigkeitsbericht 2011 des damaligen Kontrollamtes als erfüllt an.

9. Verschraubung von Potenzialausgleichsverbindungen

Der vom damaligen Kontrollamt im Tätigkeitsbericht 2011 geforderte Nachweis zur ordnungsgemäßen Verschraubung von Potenzialausgleichsverbindungen wurde von den Wiener Linien beigebracht.

Ausführlich wird in diesem Gutachten auf die geforderten elektrischen und mechanischen Eigenschaften der von den Wiener Linien gewählten Verbindungsart eingegangen und warum diese, nicht der Norm entsprechende Ausführungsform, doch den entsprechenden Anforderungen genügt.

Abschließend wird darin festgestellt, dass *durch die Art des beschriebenen Anschlusses keine Querschnittsverminderung* erfolgt, was im Wesentlichen zu beweisen war.

Der Stadtrechnungshof Wien sieht seine diesbezügliche Empfehlung im Tätigkeitsbericht 2011 des damaligen Kontrollamtes als erfüllt an.

10. Sanierungsmaßnahmen

10.1 Aluminium-Stromschienen

10.1.1 Wie bereits erwähnt, forderten die Wiener Linien die bauausführende Firma am 25. September 2012 auf, die in der Wiener U-Bahn in Betrieb befindlichen Stromschienensysteme hinsichtlich der Einhaltung des geforderten Funktionserhalts von 90 Minuten im Brandfall zu sanieren.

10.1.2 Für die Aluminium-Stromschienen und ihre Verbindungsstellen wurde dazu von der bauausführenden Firma in Abstimmung mit den Wiener Linien festgelegt, dass diese vollständig mit zumindest 20 mm dicken, brandbeständigen Platten einzuhüllen sind, da für diese Ausführungsvariante positive Nachweise zur Aufrechterhaltung der Funktionsdauer von mehr als 90 Minuten vorlagen.

Zur Festlegung der auszuführenden bautechnischen Maßnahmen bei den Durchdringungen von Brandabschnittsgrenzen durch diese in brandbeständigen Platten eingehüllten Aluminium-Stromschienensysteme wurde, auf Wunsch der Wiener Linien, von der bauausführenden Firma ein Sachverständiger hinzugezogen. Im Zuge von gemeinsamen Begehungen erfolgte die detaillierte Festlegung von umzusetzenden Maßnahmen zur Sicherstellung des Funktionserhalts auch in diesen Bereichen.

Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten an den Aluminium-Stromschienen und ihren Verbindungsstellen im April 2013 überprüfte der Sachverständige stichprobenweise die Ausführungen der zuvor festgelegten Arbeiten. In seinem Bericht vom 18. Juni 2013 bestätigt er die ordnungsgemäße Ausführung dieser Arbeiten.

Eine Beurteilung der ordnungsgemäßen Ausführung der generellen Einhüllung der Aluminium-Stromschienen und ihrer Verbindungsstellen mit brandbeständigen Platten war nicht beauftragt worden und daher auch nicht Gegenstand des Gutachtens. Wie im folgenden Abschnitt dargelegt wird, wäre nach Ansicht des Stadtrechnungshofes Wien jedoch eine entsprechend dokumentierte Überprüfung der Einhüllung der Aluminium-Stromschienen angezeigt.

10.2 Kupfer-Stromschienen

Für die Kupfer-Stromschienen beschlossen die Wiener Linien im Jahr 2012 diese so zu belassen, wie sie von Anfang an bei den Brandrauchabsauganlagen in der U-Bahn ausgeführt worden waren, nämlich gänzlich ohne Einhüllung mit brandbeständigen Platten, da sie bereits damals davon ausgingen, dass für diese Ausführungsvariante der positive Nachweis zur Aufrechterhaltung der Funktionsdauer von 90 Minuten vorlag. Durch die Korrektur der Prüfgutbeschreibung durch die Magistratsabteilung 39 im Frühjahr 2014 wurden die Wiener Linien in ihrer Entscheidung bestätigt.

11. Begehungen durch den Stadtrechnungshof Wien

11.1 Die stichprobenweisen Begehungen des Stadtrechnungshofes Wien von U-Bahn-Stationen zeigten, dass die Aluminium-Stromschienen im Allgemeinen mit 40 mm starken brandbeständigen Platten umhüllt worden waren.

Aus Platzgründen erfolgte an einigen Stellen die Umhüllung mit diesen Platten nur an zwei oder drei Seiten. Die Wände oder Decke bildeten dann an den anderen Seiten den notwendigen brandbeständigen Abschluss.

An mehreren Stellen wurden offene Spalten (s. Abb. 1 und Abb. 2) zwischen den einzelnen Platten vorgefunden, durch die die vollständige Umhüllung unterbrochen war.

Abbildung 1: Offener Spalt im Bereich der Umhüllung der Aluminium-Stromschiene



Quelle: Stadtrechnungshof Wien

Abbildung 2: Offener Spalt im Bereich der Umhüllung der Aluminium-Stromschiene



Quelle: Stadtrechnungshof Wien

An einer Stelle wurde eine auf einer Seite völlig unverkleidete Aluminium-Stromschiene vorgefunden.

Die Wiener Linien sagten noch vor Ort die umgehende Behebung der vorgefundenen Mängel zu.

11.2 In mehreren Betriebsräumen waren die verbreiterten Anschlussstellen der Stromschiene sowie die Stromschiene selbst nicht mit der zum Funktionserhalt unbedingt erforderlichen Beschichtung mit einem brandbeständigen Anstrich versehen.

Da diese Stromschienen unmittelbar nach diesem verbreiterten Anschlussbereich mit den brandbeständigen Platten eingehüllt waren, konnte der Stadtrechnungshof Wien nicht feststellen, ob die notwendige Beschichtung der Schienen im gesamten weiteren Verlauf fehlte, oder ab einer bestimmten Stelle ordnungsgemäß aufgebracht worden war.

11.3 Ferner stellte der Stadtrechnungshof Wien fest, dass Kupfer-Anschlussstücke für die Aluminium-Stromschienen verwendet wurden. Die Verbindung dieser beiden Materialien (Kupfer und Aluminium) ist nicht ganz unproblematisch, da beim Vorhandensein einer elektrisch leitenden Flüssigkeit, wie Kondenswasser, eine elektrochemische Reaktion an den Kontaktstellen zwischen diesen Materialien einsetzt, die zu Ablagerung bzw. Zersetzung des Aluminiums führt. Je größer der dann über diese Stelle fließende Strom ist (im gegenständlichen Fall bis über 1.000 Ampere), desto rascher erfolgt die Zersetzung der Kontaktstelle. Entsprechend erhöht sich dann der elektrische Übergangswiderstand an dieser Kontaktstelle, was zu einem Temperaturanstieg und infolge zu einem Brand führen kann. Daher sind derartige Verbindungsstellen zwischen den Materialien Kupfer und Aluminium unter allen Umständen vor Zutritt von Feuchtigkeit zu schützen.

Inwieweit dieser Schutz bei den Übergangsstellen von den Aluminium-Stromschienen, auf die Kupfer-Anschlussstücke ordnungsgemäß ausgeführt worden war, konnte ebenfalls nicht vom Stadtrechnungshof Wien überprüft werden, da auch diese Stellen allseitig mit brandbeständigen Platten eingehüllt waren.

12. Anmerkungen zur U-Bahn-Station Reumannplatz

Wie der Stadtrechnungshof Wien feststellte, waren im Zuge des zum Zeitpunkt der Nachprüfung laufenden Umbaus der U-Bahn-Station Reumannplatz weitere Brandrauchabsauganlagen mit Aluminium-Stromschienen ohne entsprechende funktionserhaltende Maßnahmen errichtet worden.

Dies erfolgte deshalb, da in den Ausschreibungsunterlagen zu dem EU-weiten, offenen Verfahren über die Hochspannungs- und Niederspannungsinstallationsarbeiten zur Ver-

längerung der U-Bahnlinie U1 Richtung Oberlaa, mit Baubeginn Juli 2012, unter dem Überbegriff "Stromschiene-Aluminium E 90", ein sogenanntes "produktspezifisches Leitfabrikat" von den Wiener Linien vorgegeben wurde, welches bereits im Tätigkeitsbericht 2011 des damaligen Kontrollamtes als mangelhaft aufgezeigt worden war. Die bei diesem Ausschreibungsverfahren als Bestbieterin hervorgegangene Firma vertraute auf die Richtigkeit der produktspezifischen Vorgabe in der Ausschreibung der Wiener Linien und verbaute entsprechend das vorgegebene Aluminium-Stromschiensystem.

Als die Wiener Linien aufgrund der bei der Magistratsabteilung 39 durchgeführten Versuche im Herbst 2012 den Mangel an diesem Aluminium-Stromschiensystem erkannten, ließen sie die Arbeiten an den Stromschiene der Brandrauchabsauganlagen der U-Bahn-Station Reumannplatz unverzüglich einstellen und forderten von der bauausführenden Firma Aufklärung, warum diese Stromschiensysteme zum Einsatz kamen.

Bis zum Zeitpunkt der Nachprüfung durch den Stadtrechnungshof Wien war dieser Diskussionsprozess zwischen den Wiener Linien und der bauausführenden Firma und die damit verbundene Frage der Kostenübernahme der Sanierungsarbeiten bei den bereits in der U-Bahn-Station Reumannplatz installierten Stromschiene noch nicht abgeschlossen bzw. geklärt.

13. Resümee

Die Nachprüfung der Brandrauchabsauganlagen im Bereich der Wiener U-Bahn durch den Stadtrechnungshof Wien zeigte, dass seit dem Tätigkeitsbericht 2011 des damaligen Kontrollamtes bei den Wiener Linien eine Reihe von neuen Gutachten und Untersuchungen in Bezug auf die für die Energieversorgung der Brandrauchabsauganlagen eingesetzten Stromschiensysteme erstellt und darauf aufbauend auch notwendige Sanierungsarbeiten durchgeführt wurden.

Sowohl der, vom damaligen Kontrollamt geforderte Nachweis zur ordnungsgemäßen Verschraubung von Potenzialausgleichsverbindungen, als auch ein Gutachten zum Nachweis der Notwendigkeit der sogenannten Phasenwechsel im Verlauf der Stromschiene waren nunmehr bei den Wiener Linien vorhanden.

In Bezug auf die elektromagnetischen Emissionen der Stromschienensysteme legten die Wiener Linien ein Gutachten vor, in dem diese Emissionen in zwei von den Wiener Linien ausgewählten U-Bahn-Stationen gemessen und miteinander verglichen wurden. Der Nachweis zur Einhaltung der Bestimmungen des ETG 1992 bzw. der EMV-Richtlinie im Hinblick auf elektromagnetische Emissionen beim Betrieb der Stromschienen der Brandrauchabsauganlagen wäre jedoch noch zu erbringen.

Die von den Wiener Linien vorgelegte gutachterliche Stellungnahme eines bauwirtschaftlichen Sachverständigen zur Entscheidung der Verwendung von Stromschienen anstelle von Stromkabel beschränkte sich darauf zu analysieren, welche Unterleistungsgruppe zur Anwendung kommen sollte.

Entsprechende Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zum Einsatz von Stromschienen, die auf anlagenspezifische Eigenschaften eingehen, wurden von den Wiener Linien nicht durchgeführt.

Zum Nachweis des geforderten Funktionserhalts der Stromschienen im Brandfall wurden mehrere Versuche bei der Magistratsabteilung 39 beauftragt. Diese orientierten sich an der relevanten Norm, wichen aber in verschiedenen Punkten (Anzahl der durchzuführenden Versuche pro Probandenart, Berücksichtigung der Eigenerwärmung durch hohe Strombelastung, Unterbrechung der Spannungsversorgung etc.) deutlich von der Norm ab.

Insbesondere für die sogenannten Aluminium-Stromschienensysteme, wie sie ursprünglich in der Wiener U-Bahn verbaut worden waren, verliefen die Versuche durchwegs negativ. Erst durch vollständige Umhüllung der Aluminium-Stromschienen mit brandbeständigen Platten konnte der geforderte Funktionserhalt erreicht werden.

Die Besichtigungen der ausgeführten Sanierungsarbeiten der Aluminium-Stromschienen durch den Stadtrechnungshof Wien zeigten vereinzelt Mängel, wie offene Spalten zwischen den Platten, unverkleidete Bereiche der Stromschiene etc.

14. Zusammenfassung der Empfehlungen

Empfehlungen an die Magistratsabteilung 39

Empfehlung Nr. 1:

Der Stadtrechnungshof Wien empfahl der Magistratsabteilung 39 Prüfberichte, insbesondere Prüfgutbeschreibungen, eindeutig, entsprechend ausführlich und unter Verwendung branchenüblicher Bezeichnungen, etwa in Bezug auf die geprüften Materialien, zu erstellen. Irreführende Bezeichnungen - wie im gegenständlichen Fall beispielsweise Kabelkanal anstelle von Stromschiene -, Widersprüche sowie nachträgliche Korrekturen von Prüfgutbeschreibungen wären zu vermeiden.

Stellungnahme der Magistratsabteilung 39:

Der Empfehlung wird insofern Folge geleistet, als insbesondere bei unklaren Bezeichnungen Rücksprache mit der Auftraggeberin bzw. dem Auftraggeber gehalten wird und hierauf die Bezeichnung mit der Anmerkung "lt. Auftraggeber" gegeben werden wird.

Empfehlung Nr. 2:

Der Stadtrechnungshof Wien empfahl der Magistratsabteilung 39, etwaige Abweichungen von bestehenden Prüfnormen in Prüfberichten anzuführen und detailliert, nachvollziehbar - beispielsweise in sogenannten "Side Letters" - zu dokumentieren.

Für durch Normen nicht geregelte Bereiche, wie bei der Festlegung der Strombelastung von Stromschienen bei der Prüfungsdurchführung, wären wirklichkeitsnahe Annahmen zu treffen bzw. theoretische Abschätzungen des Verhaltens der Probanden bei realem Betrieb durchzuführen.

Stellungnahme der Magistratsabteilung 39:

Die Empfehlung wird in das Qualitätsmanagementsystem der Magistratsabteilung 39 aufgenommen werden. Detailanlagen zu den Versuchsparametern werden mit eigenen Vereinbarungen (Side

Letters) festgelegt und liegen daher im Verantwortungsbereich der Auftraggeberin bzw. des Auftraggebers.

Empfehlung Nr. 3:

Im Zusammenhang mit der Einstufung von Stromschienen in eine Funktionserhaltungsklasse empfahl der Stadtrechnungshof Wien mindestens zwei gleiche Probekörper zu untersuchen und das dabei ungünstigste Ergebnis der Prüfungen für die Einstufung heranzuziehen, wie in der diesbezüglichen Norm vorgesehen.

Stellungnahme der Magistratsabteilung 39:

Der Empfehlung wird Folge geleistet werden. In Angeboten wird auf eine mögliche Prüfungswiederholung bei Ergebnissen im Grenzbereich der Anforderungen hingewiesen werden.

An dieser Stelle sei festgehalten, dass insbesondere Prüfungen zum Funktionserhalt elektrischer Kabelanlagen zu den mit Abstand aufwendigsten Brandprüfungen gehören und diese Aufwendungen einen Schwerpunkt beim Prüfungsaufbau - im Verantwortungsbereich der Auftraggeberin bzw. des Auftraggebers - bilden. Bei einer derartigen Prüfung können hohe Kosten entstehen.

Empfehlungen an die Wiener Linien GmbH & Co KG

Empfehlung Nr. 1:

Der Stadtrechnungshof Wien empfahl den Wiener Linien zu evaluieren, inwieweit der vorliegende Nachweis des Funktionserhalts des im Bereich der Wiener U-Bahn bestehenden Kupfer-Stromschienensystems als ausreichend angesehen werden kann, da es bei der Durchführung der Versuche Abweichungen von der relevanten Prüfnorm gab. Gegebenenfalls wären entsprechende Maßnahmen zu setzen.

Stellungnahme der Wiener Linien GmbH & Co KG:

In dieser Angelegenheit wird mit der beauftragten akkreditierten Prüfstelle (Magistratsabteilung 39) Kontakt aufgenommen werden.

Empfehlung Nr. 2:

Der Stadtrechnungshof Wien empfahl Untersuchungen betreffend die Brennbarkeit der Hüllschicht der Kupfer- sowie Aluminium-Stromschienen durchzuführen, da die Nachprüfung zeigte, dass diese Hüllschicht sowohl im englischsprachigen Datenblatt als auch im Prüfbericht einer niederländischen Versuchsanstalt als brennbar bezeichnet wurde und dies vor allem bei den Durchdringungen von Brandabschnittsgrenzen von Einfluss auf die geforderte Brandbeständigkeit der Bauteile sein kann.

Stellungnahme der Wiener Linien GmbH & Co KG:

Nach dem letzten zur Verfügung stehenden Katalogauszug (Katalog Stromschienensysteme) handelt es sich um eine schwer entflammbare und selbstverlöschende Isolation der Hüllschicht. Diese Eigenschaft wurde auch im Brandversuch mehrmals nachgewiesen.

Die Anlagen wurden gemäß den Versuchen durchgehend nachgerüstet (auch bei den Durchlässen/Durchdringungen). Die ordnungsgemäße Ausführung wurde von einer Firma überprüft und mittels Gutachten bestätigt.

Gegenäußerung des Stadtrechnungshofes Wien:

Die Brandversuche hatten nicht explizit die Untersuchung der Brennbarkeit der Hüllschicht zum Ziel, sondern die Ermittlung des Funktionserhalts einer Stromschiene. Die Prüfberichte treffen keine Aussagen über die Brennbarkeit der Hüllschicht.

Wie im vorliegenden Bericht dargelegt, erfolgte für die Kupferschienen keine Nachrüstung.

Die Überprüfung der ordnungsgemäßen Ausführung beschränkte sich auf die Kontrolle der Arbeitsausführungen bei den Durchdringungen von Brandab-

schnittsgrenzen durch in brandbeständige Platten eingehüllte Aluminium-Stromschienensysteme. Das erwähnte Gutachten hatte weder die Beurteilung der Ausführung der Arbeiten zur gänzlichen Nachrüstung der Aluminium-Stromschienen noch die Kupfer-Stromschienensysteme an sich (und deren Durchdringungen von Brandabschnittsgrenzen) zum Inhalt.

Empfehlung Nr. 3:

Da zum Zeitpunkt der Nachprüfung durch den Stadtrechnungshof Wien kein ausreichender Nachweis des wirtschaftlichen Einsatzes von Stromschienen bei den Wiener Linien und auch kein auf anlagenspezifischen Eigenschaften basierender Kostenvergleich zwischen Stromschiene und Stromkabel, mit vergleichbaren Ansätzen von benötigtem Material, Aufwand, Arbeitszeit etc. vorlag, Stromschienensysteme aber weiterhin bei den Wiener Linien zum Einsatz kommen sollen, empfahl der Stadtrechnungshof Wien, diesen Nachweis durchführen zu lassen.

Stellungnahme der Wiener Linien GmbH & Co KG:

Bei künftigen Kostenvergleichen, bzgl. Stromschiene versus Stromkabel, wird neben systemischen Überlegungen auch die anlagenspezifische Prüfung Berücksichtigung finden.

Empfehlung Nr. 4:

Der Stadtrechnungshof Wien empfahl, den Nachweis zu erbringen, dass die Vorgaben der EMV-Richtlinie sowie des zugehörigen ETG 1992 durch die beim Betrieb der Brandrauchabsauganlagen mit Stromschienen entstehende elektromagnetische Störstrahlung eingehalten werden.

Stellungnahme der Wiener Linien GmbH & Co KG:

Die Auswirkungen einer eventuellen elektromagnetischen Störstrahlung wurden bereits in zwei ausgewählten U-Bahn-Stationen durch einen Gutachter in Form von Vergleichsmessungen untersucht und für unbedenklich befunden.

Die Wiener Linien werden zur weiteren Abklärung der Einhaltung von einer allfällig auftretenden Störstrahlung beim Betrieb der Brandrauchabsauganlagen mittels Stromschienen ein zusätzliches Gutachten in Auftrag geben. Darin soll folgende Fragestellung erörtert werden: "Sind die Vorgaben der EMV-Richtlinie sowie des zugehörigen ETG 1992 durch die beim Betrieb der Brandrauchabsauganlagen mit Stromschienen entstehende elektromagnetische Störstrahlung anwendbar und - wenn dies zutrifft - wurden diese eingehalten?"

Empfehlung Nr. 5:

Der Stadtrechnungshof Wien empfahl den Wiener Linien, sich von der ordnungsgemäßen Ausführung der Umhüllung der Aluminium-Stromschienen mit brandbeständigen Platten zu überzeugen, etwaige Mängel zu dokumentieren und diese in weiterer Folge einer umgehenden Sanierung zuzuführen.

Stellungnahme der Wiener Linien GmbH & Co KG:

Die im Zuge der Begehung mit dem Stadtrechnungshof Wien entdeckten kleinen baulichen Unzulänglichkeiten (Spaltbreite 3 mm, teilweise fehlender Schutzanstrich) wurden umgehend behoben. Die Wiener Linien nehmen die Empfehlung des Stadtrechnungshofes Wien aber zum Anlass, künftig auf eine verbesserte Dokumentation zu achten.

Gegenäußerung des Stadtrechnungshofes Wien:

Die Empfehlung des Stadtrechnungshofes Wien zielte auf die Prüfung der ordnungsgemäßen Ausführung der gänzlichen Umhüllung der Aluminium-Stromschienen mit brandbeständigen Platten hin.

Empfehlung Nr. 6:

Der Stadtrechnungshof Wien empfahl den Wiener Linien sicherzustellen, dass alle Aluminium-Stromschienen, entsprechend der Notwendigkeit bzw. wie in der Versuchs-

ordnung ausgeführt, mit einer dreifachen Beschichtung mit einem brandbeständigen Anstrich versehen sind. Im Fall des Fehlens wäre die Beschichtung umgehend aufzubringen.

Stellungnahme der Wiener Linien GmbH & Co KG:

Siehe Empfehlung Nr. 5

Gegenäußerung des Stadtrechnungshofes Wien:

Die Empfehlung des Stadtrechnungshofes Wien zielte auf das tatsächliche Vorhandensein einer dreifachen Beschichtung mit einem brandbeständigen Anstrich aller Aluminium-Stromschienen hin.

Empfehlung Nr. 7:

Der Stadtrechnungshof Wien empfahl den Wiener Linien sich davon zu überzeugen, dass die Übergangsstellen von Aluminium-Stromschienen auf die Kupfer-Anschlussstücke ordnungsgemäß und dauerhaft vor Feuchtigkeit geschützt ausgeführt sind, um einer Zerstörung dieser Übergangsstellen durch Feuchtigkeitseinwirkung entgegenzuwirken.

Stellungnahme der Wiener Linien GmbH & Co KG:

Der Übergang von den Aluminium-Stromschienen auf die Kupfer-Anschlussstücke befindet sich im vergossenen Teil der Stromschiene, wodurch keine Feuchtigkeit oder Luft eindringen kann, welche zu einer Korrosion der Kontaktstellen führen könnte. Somit kann aufgrund der Anlagensituation eine Zerstörung der Übergangsstellen durch Feuchtigkeitseinwirkung ausgeschlossen werden.

Der Stadtrechnungshofdirektor:

Dr. Peter Pollak, MBA

Wien, im November 2014