

Gleisgeometriemessung in New York City

Das New Yorker Schnellbahnnetz zählt zu den größten weltweit. Statistiken betonen die Einzigartigkeit dieses Verkehrssystems: An einem durchschnittlichen Wochentag werden bis zu 4,3 Millionen Menschen in mehr als 6000 Personenwagen befördert und davon sind viele täglich 24 Stunden im Einsatz.



Ungefähr 1300 km Gleis erstrecken sich über 375 km Länge des New Yorker U-Bahnnetzes (Bild 1). Davon wurden 702 km unterirdisch, 263 km auf offenen Hochbahnstahlkonstruktionen und 335 km in ebenerdiger, offener Bauweise oder auf Brücken mit Schottergleis verlegt. Das Netz verfügt über mehr als 2600 Weichen sowie mehr als 10 000 Signaleinrichtungen. Das Gleisnetz von MTA-NYCT (Metropolitan Transportation Authority – New York City) besteht aus den folgenden Oberbautypen (Tabelle 1).

1. NYCT IM WANDEL DER ZEIT

Die erste U-Bahnlinie in New York von City Hall bis West 145th Street in Manhattan wurde im Oktober 1904 von der Interborough Rapid Transit Company (IRT) eröffnet. Später erweiterte das Unternehmen Brooklyn and Manhattan Transit (und sein Vorgänger, die Brooklyn Rapid Transit) das U-Bahn-Netz durch die Eröffnung neuer Strecken in Brook-

lyn und Manhattan. Im Jahr 1932 eröffnete die Stadt New York ihre eigene U-Bahn-Strecke zwischen Chambers St. und Washington Heights in Manhattan entlang der 8th Avenue; darauf folgten Erweiterungen nach Queens and Brooklyn. Diese drei unabhängigen Unternehmen betrieben den gesamten Schnellverkehr in New York Stadt bis 1940, als die Stadt die Schnellstrecken (U-Bahnen wie Hochbahnen) von IRT und BMT erwarb. 1953 wurde das Unternehmen New York City Transit Authority (NYCTA) geschaffen, um sämtliche Bus- und Schnellverkehrslinien in der Stadt zu betreiben und instand zu halten. Nahezu das gesamte Schnellbahnnetz wurde zwischen 1904 und 1954 fertig gestellt; nach dem zweiten Weltkrieg gab es nur mehr kleine Ergänzungen. Das Alter, die Größe und die Verkehrsdichte des Netzes, verbunden mit der speziell in den 70er-Jahren vorgenommenen Kürzung von Zuschüssen für den Betrieb, die zur angemessenen Instandhaltung des Netzes notwendig gewesen wären, forderten schließlich ihren Tribut und führten in den frühen 80er-Jahren zu einer „Red tag“-Krise, als es auf dem Netz zu jährlich durch-



Antonio Cabrera, P.E.
stellvertretender Leiter, Track Engineering, RS&MOW MTA-NYCT
antonio.cabrera@nyct.com

schnittlich 20 Entgleisungen auf den Hauptstrecken aufgrund von Schienenmängeln kam. (Unter dem Begriff „Red tag“ versteht man einen Gleisabschnitt, der sich in einem derart schlechten Zustand befindet, dass die Verkehrsgeschwindigkeit auf weniger als 10 km/h verringert werden muss.)

2. EINFÜHRUNG DER GLEISGEOMETRIEMESSFAHRZEUGE

Seit dem Jahr 1982 hat NYCT vier sog. „Capital Improvement“-Programme abgeschlossen und arbeitet derzeit bereits im fünften Programm erfolgreich gegen die verschlechterten Bedingungen des Schnellbahnnetzes. Das Capital Improvement-Programm von 1982 sah auch die Anschaffung eines Gleisgeometriemessfahrzeuges (TGC1) mit Eigenantrieb vor. 1988 wurde ein weiteres Fahrzeug (TGC2) angeschafft.

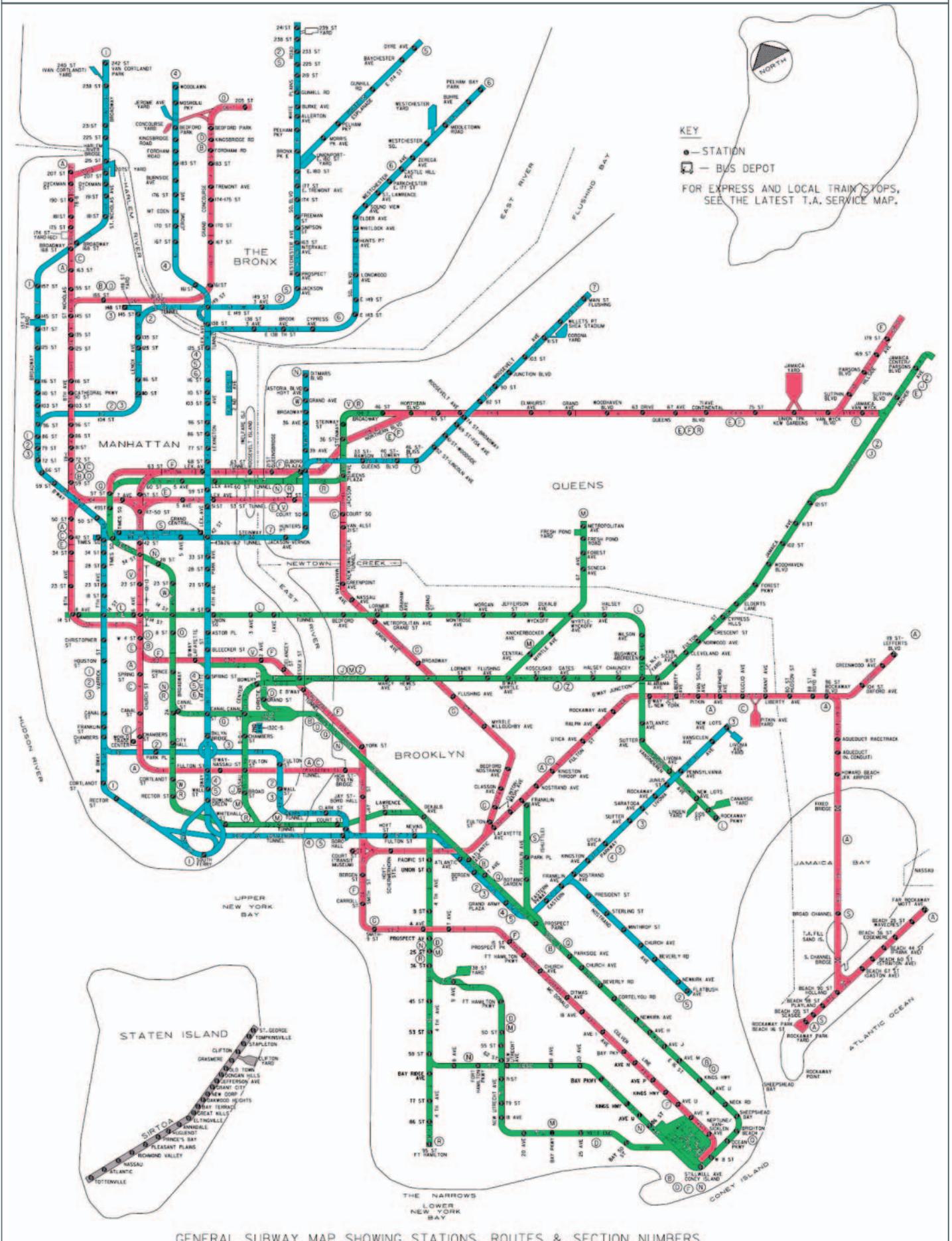
Die neueste Generation von Gleisgeometriemessfahrzeugen, die TGC3 und TGC4 mit Eigenantrieb, wurde in den Jahren 2006 bzw. 2007 von MTA-NYCT angeschafft. Alle diese Fahrzeuge wurden von der Fa. Plasser American Corporation in Chesapeake, VA, USA, entwickelt und gebaut. Es handelt sich um Gleismess- und -prüffahrzeuge mit Eigenantrieb, die jeweils aus zwei Fahrzeugteilen bestehen. Auf dem Triebwagen (PCU) sind die Motoren sowie das DAPCO Ultraschallschienenprüfsystem integriert und im gezogenen Messwagenfahrzeugteil (MCU) sind alle anderen Messsysteme untergebracht.

TABELLE 1: Oberbautypen der MTA-NYCT

Oberbautyp I U-Bahn-Schottergleis	lange Holzschwellen, auf Schotter in einer Betonwanne liegend	162 km
Oberbautyp I / IIM U-Bahn-Schottergleis auf Beton	geteilte Holzschwellenblöcke und lange Holzschwellen (jede 5.) in einem Betonbett	575 km
Oberbautyp III Hochbahngleis auf offener Stahlkontahlkonstruktion	lange Holzschwellen, auf Stahlkonstruktionen ruhend	263 km
Oberbautyp VI Schottergleis im Freien	typisches, herkömmliches Schottergleis mit langen Holz- oder Betonschwellen	276 km
Oberbautyp VIII / VIIIIM Feste Fahrbahn	Schienenbefestigungsmittel (normalerweise auf Betonzwischenlagen liegend) sind mittels Ankerschrauben direkt in der festen Betonplatte verankert	32,35 km
Gleislänge ca.		ca. 1300 km

BILD 1: Plan des New Yorker U-Bahn-Netzes

(Quelle aller Bilder: Autor)



GENERAL SUBWAY MAP SHOWING STATIONS, ROUTES & SECTION NUMBERS

Beide Fahrzeugteile sind permanent und flexibel miteinander verbunden. Die Fahrzeuge TGC3 und TGC4 sind in der Lage, Gleisfehler mit höchster Präzision zu erkennen sowie aufzuzeichnen, und zwar unter ähnlichen Lastbedingungen wie bei einem normalen Reisezug. Die Messung der Gleisgeometrie ist kombiniert mit der Videoprüfung der Gleisumgebung, Messung der Schienenabnutzung und der Stromschienengeometrie, Vermessung von Tunnellichtraumprofilen mit einem Hochgeschwindigkeits-Rotations-

laser, Wärmebildmessungen sowie mit dem Ultraschallschienenprüfsystem. Sämtliche Messungen werden von elektro-mechanischen, inertialen oder Lasermess-einrichtungen und einem elektronischen Datenverarbeitungssystem kontinuierlich aufgezeichnet. Dieses besteht aus einem Computernetzwerk im Messwagen, das die Aufzeichnung und die Speicherung der gemessenen Daten sowie eine Echtzeitauswertung bei Messgeschwindigkeiten von bis zu 60 Meilen pro Stunde (96 km/h) ermöglicht (Bild 2).

3. GLEISGEOMETRIEPARAMETER UND -DATEN

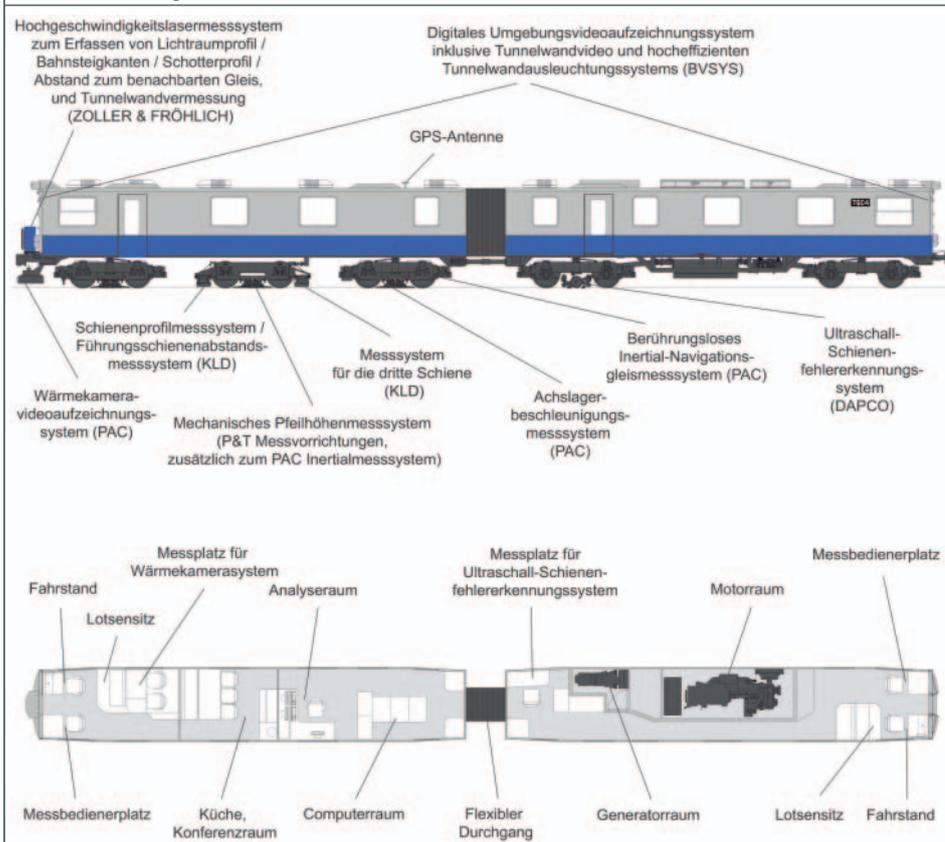
Folgende Gleisgeometrieparameter und -daten werden aufgezeichnet, gespeichert und ausgewertet (Bild 3):

- Längshöhen (Oberfläche) beider Laufschiene
- Pfeilhöhen beider Laufschiene
- Spurweite
- Überhöhung oder gegenseitige Höhenlage
- 31 Fuß (9,5 m)- Verwindung
- Tunnel- und Bahnsteig-Lichtraumprofile
- Profil, Überhöhung und Abnutzung der Laufschiene
- Leitschiene- und Spurrillenabstand
- Riffel in der Oberfläche der Laufschiene
- Wärmebildaufnahmen der Gleisumgebung
- Höhe und Spurweite der dritten Schiene (Stromschiene)
- Vertikalabstand zwischen SOK der Stromschiene und der Unterseite der Schutzabdeckung
- Spurweite und -höhe des Bahnsteigs mit Bezug auf die nächste Laufschiene
- Unsichtbare Schienenfehler
- Steigung
- Gleisumgebungsvideo
- Ereignisse in der Gleisumgebung (Bahnsteigenden, Signaleinrichtungen, Tunnel, Portale, Weichen)
- Ereignisortangaben (Kilometrierung).



BILD 2:
TGC3 und TGC4
im Einsatz bei
der MTY-NYCT

BILD 3: Übersicht der Mess- und Analysensysteme sowie Raumaufteilung der Messfahrzeuge



4. ANALYSE UND AUSWERTUNG DER AUFGEZEICHNETEN DATEN

Durch die Aufzeichnung der genannten Parameter unter Last werden alle beginnenden Gleissicherheitsprobleme entdeckt, wodurch eine umgehende Behebung dieser Fehler möglich wird. Die Auswertung der Ausdrücke und Überschreitungprotokolle, die von den Fahrzeugen produziert werden, entweder während der Fahrt oder bei einer Analyse und Auswertung im Büro, bildet die Grundlage von Gleisinstandhaltungs- oder Gleissanierungsprogrammen zur Behebung der Fehler. Eine typische Bedienmannschaft für jedes Fahrzeug besteht aus zwei bis drei Analytikern/Ingenieuren, zwei Maschinenbedienern und einem Verantwortlichen für die Gleisinstandhaltung. Während der Messfahrten wird jedem Fahrzeug ein Lotse von Rapid Transit Operation zugeteilt. Im Büro werden ein Manager, zwei Verantwortliche für die Gleisinstandhaltung und vier Analytiker/Ingenieure benötigt, die die erhobenen Daten auswerten und zusammenstellen, Berichte zur Verteilung an die Gleisinstandhaltungsabteilung sowie andere Stellen vorbereiten und die Messfahrten planen. Die Fahrzeuge werden unter normalen Personenzugnormen und -vorschriften bei allen Geschwindigkei-



BILD 4: Zweiteiliges Gleisgeometriemessfahrzeug TGC3



BILD 5: Gleisgeometriemessfahrzeuge TGC3 und TGC4

ten betrieben und sind üblicherweise an Wochentagen tagsüber außerhalb der Stoßzeiten im Einsatz.

Die Fahrzeuge TGC3 und TGC4 sind insgesamt 1226,38“ (31150 mm) lang und werden von einem Dieselmotor mit einer Leistung von 522 kW (710 PS) angetrieben. Die Kraft und Leistung dieses Antriebssystems ermöglicht es, dass die Fahrzeuge mit einer Höchstgeschwindigkeit von 96 km/h auf ebenem, geradem Gleis fahren können. Sie sind für eine Spurweite von 1435 mm gebaut und können einfache Kurven mit einem Mindestradius von 95 Fuß (29 m) befahren (Bild 4).

Die Gleisgeometriemessfahrzeuge müssen mehrmals jährlich alle Hauptstreckengleise und auch alle neuen Gleisanlagen prüfen, um Sicherheit und Qualität sicherzustellen. Der Einsatz ist sowohl im Gleisnormenhandbuch MW-1 der MTA-NYCT als auch in den Vertragspezifikationen für alle Gleisbauaufträge der MTA-NYCT festgelegt. Weiter erfordern die Vertragspezifikationen, dass mindestens 10 % des vertraglichen Wertes der Gleisarbeit zurückbehalten werden, bis das Messfahrzeug die neuen Arbeiten prüft und bestätigt, dass die MW-1 Vorschriften für Neubauten erfüllt wurden. Dank dieser Anforderungen ist die Qualität der MTA-NYCT-Gleise, die in den vergangenen 25 Jahren sowohl innerbetrieblich als auch von beauftragten Firmen gebaut wurden, ebenso gut wie bei den technologisch fortschrittlichsten Eisenbahnen oder Verkehrsnetzen der ganzen Welt.

Zusätzlich werden die von den Gleisgeometriemessfahrzeugen ermittelten Informationen für laufende Maßnahmen und für künftige Projekte zur Modernisierung der Signaleinrichtungen (CBTC) verwendet. Der Aufbau des CBTC-Systems macht eine präzise Aufzeichnung der mit CBTC auszurüstenden Strecke durch das Gleisgeometriemessfahrzeug erforderlich, damit die Systementwickler genaue Angaben zu Ort, Gefälle und Kurvenradius erhalten. Diese Informationen

können dann wiederum von den CBTC-Systemen sowohl an Bord von Zügen als auch neben der Strecke erstellt und verwendet werden. Zudem stellen beide Fahrzeuge die Gleissicherheit durch die kontinuierlichen Prüfungen der Hauptstreckengleise sicher.

Beide Gleisgeometriemessfahrzeuge haben häufig Grenzwerte im belasteten Gleis entdeckt, die in naher Zukunft zu Entgleisungen hätten führen können, wie etwa zu breite Spur, unterhöhlte Gleisoberfläche etc. Diese Zustände werden unter dynamischer Last auf Gleisen mit abgenutzten Komponenten oder stark verschlechterten Bedingungen vorgefunden und können nur von den Gleisgeometriemessfahrzeugen entdeckt werden, da diese das Gleis unter der Last und mit der Geschwindigkeit eines Regelzuges messen.

Außerdem können sie Zustände erkennen, die das Auge nicht erfassen kann, wie etwa jene Fehler, die das Thermal Imaging System (bei dem eine Infrarotkamera überhitzte Stellen in Kabeln oder Schienen erfasst, die potenziell zu Bränden oder dem Einschmelzen von Komponenten führen könnten) entdeckt. Es kann auch Fehler im Inneren der Schienen erkennen, die bei Zugverkehr zu katastrophalen Brüchen führen könnten (Bild 5).

5. FAZIT

Diese Gleisgeometriemessfahrzeuge haben auf dem Netz der MTA-NYCT eine hohe Anzahl von Unfällen verhindert, wie etwa Entgleisungen, Brände usw., und haben so die Sicherheit der Hauptstreckengleise der MTA-NYCT sichergestellt. Ein wichtiger Teil der Gleissicherheit besteht in der Möglichkeit, die Anzahl gebrochener Schienen zu verringern und dies kann durch häufigere und genauere Ultraschallschienenprüfungen mit Messeinrichtungen auf dem neuesten Stand der Technik erreicht werden. Dieses System ist auf den neuen Messfahrzeugen TGC3 und TGC4 integriert. Mit dieser zusätzlichen Aus-

stattung kann das Personal von MTA-NYCT MOW die Hauptstreckengleise häufiger und mit höherer Präzision und Genauigkeit als je zuvor auf Schienenfehler hin prüfen, wodurch die Sicherheit der Fahrgäste gewährleistet werden kann. ←

SUMMARY

Security thanks to continuous track geometry measuring

Having no means of measuring track geometry under load is, simply, inadmissible. As described in this article, both the quality and the safety of mainline tracks are assured by the continuous measuring of the track geometry cars. It is thus clear that the continuous measuring of track geometry under load needs to be accurately performed to assure the safety and quality of the tracks of the MTA-NYCT rapid transit system.