

Auto- matisch besser im Takt

Jetzt

wird's eng: Schätzungen gehen davon aus, dass der Personenverkehr bis zum Jahr 2030 weltweit jährlich um etwa 1,6 Prozent wachsen könnte. Das klingt harmlos, summiert sich aber gehörig – schließlich weisen aktuelle Statistiken allein für Deutschland fast 1.000 Milliarden Personenkilometer pro Jahr aus. Mit noch mehr Autos auf den Straßen ist ein solcher Zuwachs nicht zu bewältigen. Schon heute nutzen immer mehr Menschen im Einzugsbereich der Städte und Metropolregionen Tram, U-Bahn und Metro für ihre täglichen Wege zur Arbeit, zum Einkaufen und in der Freizeit. Allerdings: Auch die Kapazitäten im Öffentlichen Nahverkehr lassen sich selten so großzügig ausbauen, wie es nötig wäre. Was also tun, um den wachsenden Zustrom von Fahrgästen komfortabel, wirtschaftlich und sicher zu bewältigen?

Die Lösung heißt: Automatisierung.



Im Einzugsbereich der Metropolen nutzen immer mehr Menschen den Nahverkehr.



Metro in Guangzhou: Teilautomatisch energieeffizient.

Die Verkehrslast im Einzugsbereich der Städte nimmt weltweit dramatische Formen an, und in Städten wie München, London oder Bangkok ist das keine wirklich neue Erkenntnis. Obwohl U-Bahnen und Metro-Züge zu den leistungsfähigsten Verkehrsmitteln überhaupt zählen, können sie die stetig wachsenden Passagierzahlen oft kaum noch aufnehmen. Systemanbieter wie Siemens setzen deshalb verstärkt auf Automatisierungstechnologien, um auf definierten Strecken mehr Verkehr zu ermöglichen, ohne die Sicherheit zu vernachlässigen. Das heißt: Weil Computer bestimmte Tätigkeiten schneller und präziser erledigen als der Mensch, übernehmen immer häufiger automatische Zugbeeinflussungs-Systeme die Steuerung, Überwachung und Koordination des Fahrbetriebs.

Wie effektiv sich die Leistung einer Metro oder U-Bahn tatsächlich steigern lässt, hängt auch vom Grad der Automatisierung ab (siehe Info-Kasten auf Seite 15). Manche teilautomatische Systeme zeigen dem Fahrer aktuelle Fahraufträge auf dem Bedientpult an und überwachen kontinuierlich die zulässige Zuggeschwindigkeit. Andere erledigen automatisch die Fahrt zwischen zwei Bahnhöfen oder übernehmen als fahrerloses System gleich den gesamten Fahrbetrieb. Dass die Fahrgäste dabei sogar sicherer unterwegs sein können als mit einem Fahrer aus Fleisch und Blut, ist unter anderem dem bewährten Prinzip der automatischen Blocksicherung zu verdanken: Fahren Züge auf derselben Strecke hintereinander her, müssen sie stets einen sicheren Mindestabstand zueinander einhalten.

Moving Block hält Züge in Bewegung

Beim klassischen Verfahren, dem Fixed-Block-Verfahren, wird die Strecke in feste Raumabstände eingeteilt. Fährt Zug 1 in einen solchen Streckenabschnitt ein, wird dieser durch Halt-Signale für nachfolgende Züge blockiert. Erst wenn Zug 1 die Blockstrecke wieder verlassen hat, darf der nächste Zug einfahren. Beim moderneren Moving-Block-Verfahren dagegen wird statt der Streckenbelegung die aktuelle Zugposition übermittelt – vom Fahrzeug selbst an Empfänger entlang der Strecke. Ist außerdem die Zuglänge bekannt, wie das ja bei Nahverkehrssystemen wie Metro oder U-Bahn der Fall ist, lässt sich der voraussichtliche Bremsweg und damit der tatsächlich nötige Fahrzeugabstand sehr präzise ermitteln. Ein nachfolgender Zug muss deshalb nicht am Beginn eines geblockten Streckenabschnitts stehenbleiben, sondern kann im sicheren Abstand hinter dem ersten Zug herfahren. Streckensignale sind dazu nicht mehr nötig (siehe Info-Kasten auf Seite 16).

Mit Trainguard MT, dem modular aufrüstbaren Zugbeeinflussungs-System von Siemens, sind dank des Moving-Block-Verfahrens sehr kurze Zugfolgen von 80 bis 90 Sekunden möglich – die Kapazität einer bestehenden Metro-Linie kann so um mehr als die Hälfte gesteigert werden. Kein Wunder, dass Trainguard MT heute das meist verbreitete Zugbeeinflussungs-System ist und weltweit bei mehr als 20 Metro-Betreibern eingesetzt wird.



Die U-Bahn in München steht bei Fahrgästen hoch im Kurs.

So zum Beispiel in der chinesischen Hauptstadt Peking. Dort wurden im Vorfeld der Olympischen Spiele 2008 die 25 Kilometer lange Metro-Linie 10 zwischen Wanliu und Jinsong sowie ein sechs Kilometer langer Abzweig zum Olympiagelände komplett neu errichtet und mit modernster Leit- und Sicherungstechnik ausgestattet. Mit Trainguard MT ließ sich erstmals im Pekinger Metro-Netz die Moving-Block-Technologie in Verbindung mit kontinuierlich bidirektionaler Datenübertragung über WLAN installieren. Das erlaubt nicht nur kurze Zugfolgezeiten, sondern auch eine schnelle Anpassung an das jeweilige Fahrgastaufkommen.

Dass Siemens seine Automatisierungsplattform modular angelegt hat, bringt eine Reihe von Vorteilen: Trainguard MT nutzt Standard-Schnittstellen und ist skalierbar, bleibt also auch bei einer künftigen Auf- oder Umrüstung der Infrastruktur höchst flexibel. Beispielsweise lässt sich ein früher einmal installiertes System einfach neuen Anforderungen anpassen und auch später noch stufenweise vom bloß überwachten über halbautomatischen bis zum komplett fahrerlosen Betrieb ausbauen. So geschehen auf der traditionsreichen New Yorker Metro-Strecke „Canarsie Line“, deren Anfänge bis ins 19. Jahrhundert zurück reichen, als dampfbetriebene Züge zwischen East New York und dem Canarsie Pier verkehrten. Hier realisierte Siemens 2006 zum weltweit ersten Mal ein solches Upgrade – von den Fahrgästen kaum bemerkt, doch in mancher Hinsicht bemerkenswert: Nicht allein, dass die Strecke

Kollege Computer fährt mit

Die verschiedenen Stufen der Bahn-Automatisierung im Nahverkehr

Fahrgesteuerter Betrieb



- Keine Assistenzsysteme
- Fahren auf Sicht

Teilautomatischer Betrieb



- SCO – Supervision and Control Train Operation
- Manuell fahren und bremsen
- Unterstützende Anzeigen im Führerraum
- Kontinuierliche Geschwindigkeitsüberwachung



- STO – Semi-automated Train Operation
- Manuell anfahren und bremsen
- Automatisch fahren zwischen den Bahnhöfen
- Automatisch anhalten und Türen öffnen

Fahrerloser Betrieb

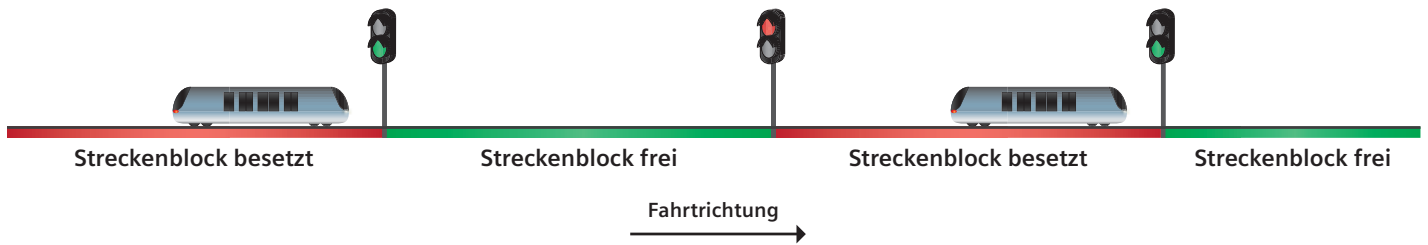


- DTO – Driverless Train Operation
- Kein Fahrer nötig
- Zugbegleiter kann in Notsituationen eingreifen
- Automatisch geregelter und überwachter Betrieb

UTO – Unattended Train Operation

- Kein Fahrer oder Zugbegleiter vorgesehen
- Automatisch geregelter und überwachter Betrieb

Fixed Block



Auf Abstand gehalten

Sollen mehrere Züge auf einer Strecke hintereinander fahren, sorgen Streckenblocks für ausreichend räumlichen Abstand und Sicherheit.

Beim Fixed-Block-Verfahren ist die Strecke in nicht veränderliche Gleisabschnitte aufgeteilt, die durch stationäre Signale abgesichert sind. Fährt ein Zug

in einen Gleisabschnitt ein, wird dieser in voller Länge durch das rückwärtige Haltesignal geblockt. Erst wenn sicher ist, dass der vorausgefahrte Zug die Blockstrecke verlassen hat, wird sie wieder freigegeben und ein nachfolgender Zug kann einfahren. Die starren Blockabstände haben wesentlichen Einfluss auf die Zugfolgezeit.

bei laufendem Betrieb von konventioneller Signaltechnik und festem Raumabstand auf automatische Zugbeeinflussung mit Moving Blocks umgerüstet wurde. In der Übergangszeit waren auch gleichzeitig Züge mit und ohne Trainguard MT-Komponenten auf der Strecke unterwegs. Per Funk, via Communication Based Train Control (CBTC), werden die Züge gesteuert.

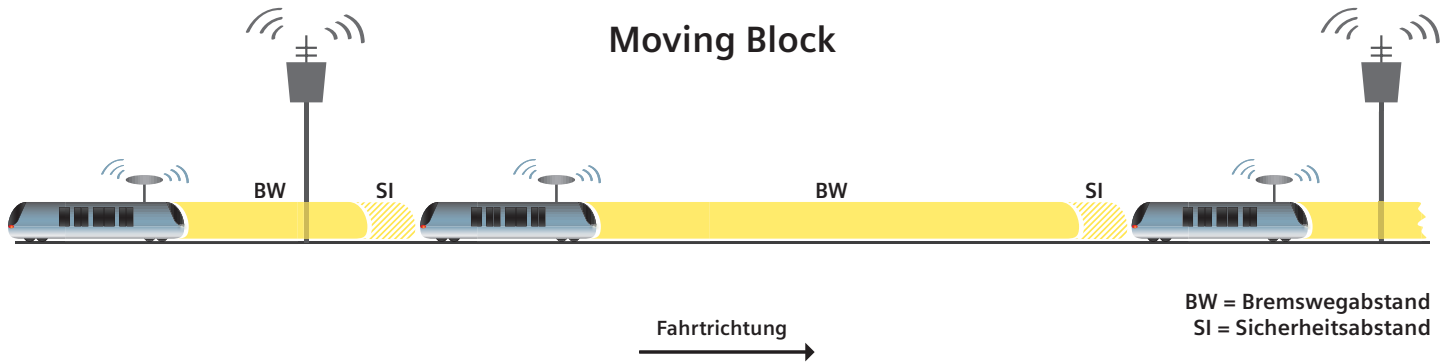
In Finnland haben die Verkehrsbetriebe der Stadt Helsinki (Helsingin Kaupungin Liikennelaitos, HKL) zunächst die Modernisierung der bestehenden 21 Kilometer langen und 17 Bahnhöfe umfassenden U-

Bahn-Linie in Auftrag gegeben. Hier wird nicht nur die Strecke, sondern auch das Fahrzeugdepot automatisiert, ohne den laufenden Betrieb zu unterbrechen. Das gesamte System ist für Temperaturen bis minus 40 Grad Celsius ausgelegt. Im Jahr 2013 werden dann zunächst 51 Automatik-Züge, die sich auch mit nicht umgerüsteten Zügen koppeln lassen, auf die Strecke gehen. Bis 2014 soll zudem eine Neubaustrecke in die Nachbarstadt Espoo betriebsbereit sein, 14 Kilometer lang, mit sieben Stationen und ebenfalls für fahrerlosen Betrieb ausgerüstet.



U-Bahn-Leitzentrale Nürnberg (li.): Die U2 braucht keinen Fahrer. Auch in Helsinki (re.) ist die Metro bald fahrerlos unterwegs.

Moving Block



Das Moving-Block-Verfahren kommt ohne feste Gleisabschnitte und stationäre Signale aus. Der benötigte Raumabstand zwischen zwei Zügen setzt sich aus dem Bremsweg bei aktueller Geschwindigkeit plus einem Sicherheitsabstand zusammen. Er wird während der Fahrt laufend neu errechnet und direkt

an die Zugsteuerung im Führerstand übermittelt, die einen zu schnellen nachfolgenden Zug automatisch abbremst. Die Fahrzeuge bleiben in Bewegung. Und weil sich die Blockstrecke mit den Zügen vorwärts bewegt, lassen sich optimal verkürzte Raumabstände und eine dichtere Zugfolge erreichen.

Der Computer übernimmt das Steuer

Tatsächlich übernehmen immer häufiger Computer die Steuerung von U-Bahnen – selbst dann, wenn die Betreiber nicht völlig auf einen menschlichen Fahrer verzichten mögen. Denn die Erfahrung zeigt, dass computerberechnete Abläufe selten wirklich optimal funktionieren, wenn die Maschinen anschließend von Menschen gesteuert werden. Deshalb hat Siemens das Fahrerassistenzsystem ATO (Automatic Train Operation) entwickelt, das sich direkt in das Zugbeeinflussungs-System Trainguard integrieren

lässt. Ist ein Fahrzeug mit ATO ausgestattet, gibt der Fahrer zwar das Signal zum Losfahren und kann in Gefahrensituationen eingreifen. Das Fahren auf der Strecke und das exakte Anhalten am Bahnsteig besorgt allerdings die Automatik – sekundengenau und dazu besonders energieeffizient: Anhand des gespeicherten Streckenprofils berechnet das System, wie es den Zug beschleunigen und vor Kurven oder Weichen bremsen muss, um bei niedrigstem Energiebedarf pünktlich an der nächsten Station anzukommen. Praxistests haben ergeben, dass ATO gegenüber menschlichen Fahrern – die mitunter zu stark auf die Bremse treten, um dann wieder verstärkt zu beschleunigen – den Energiebedarf bei gleicher Fahrzeit um durchschnittlich 20 Prozent, in manchen Fällen sogar um bis zu 30 Prozent reduziert. Bei den Metros chinesischer Großstädte wie Guangzhou und Peking sind ATO-Systeme seit Jahren erfolgreich im Einsatz.

Und auch fahrerlose Bahnsysteme sind längst keine Seltenheit mehr. Denn sie bringen neben dem besonders energieeffizienten Betrieb einen weiteren wesentlichen Vorteil mit: Die Betreiber können sehr flexibel auf unerwartet hohes Passagieraufkommen reagieren und – ohne personelle Klimmzüge – in Rekordzeit zusätzliche Einheiten auf die Strecke bringen. Das leuchtete auch Metrobetreiber ViaQuattro ein, der in der brasilianischen 11-Millionen-Stadt São Paulo die erste fahrerlose U-Bahn Lateinamerikas mit Leit- und Kommunikationstechnik von Siemens ausrüsten ließ. Die neu errichtete Linie 4 erweitert das Metronetz des größten industriellen Ballungsraums auf dem südlichen Kontinent um 11 Stationen und 12,8 km Strecke und bindet auch die bereits bestehenden Linien 1, 2 und 3 ein.

Lesen Sie weiter auf Seite 24



Metro Linie 10 in Peking: ATO assistiert dem Fahrer.

Die leise Metro auf Gummireifen

Die Technik des ebenfalls fahrerlosen Val-Systems erscheint dagegen eher ungewohnt: Die elektrisch angetriebenen Fahrzeuge fahren zwar wie Schienenbahnen spurgeführt auf einem eigenen Fahrweg, sind aber wie Straßenfahrzeuge auf Gummireifen unterwegs. Dabei bringt die Gummibereifung einige Vorteile. Einerseits können Val-Züge besonders gut Steigungen überwinden und sind in engen Kurven deutlich leiser als Schienenfahrzeuge. Andererseits ermöglichen Gummireifen nicht nur ein schnelles Anfahren, sondern auch punktgenauen Halt in den Stationen. Das ist besonders wichtig, denn die Bahnsteige sind – wie auch bei anderen fahrerlosen Bahnsystemen üblich – vom Fahrweg durch Sicherheitstüren getrennt, die sich erst nach Halt eines Zuges öffnen und vor der Abfahrt wieder schließen.

Seit Jahren bewähren sich weltweit bereits elf vollautomatische Metros dieser Bauart: darunter sogenannte People Mover an den Pariser Flughäfen Orly und Charles de Gaulle sowie am O'Hare-Flughafen von Chicago, aber auch City-Linien in den französischen Städten Lille, Toulouse und Rennes sowie in Taipeh und Turin. Derzeit baut Siemens ein Val-System in der koreanischen Stadt Uijeongbu. Und für Ende 2018 ist die Eröffnung der zweiten U-Bahn-Strecke in Rennes geplant: Die neue Linie B wird überwiegend unterirdisch mit einer Gesamtlänge von 12,6 Kilometern und 15 Stationen von der Innenstadt in Richtung Südwesten und Nordosten verlaufen. Jeder der Cityval-Zweiwagenzüge bietet Platz für bis zu 100 Passagiere, ihr Einsatz lässt sich so flexibel an das Passagieraufkommen anpassen, dass die Metros zur Rush-Hour im 150-Sekunden-Takt, bei Bedarf auch mit noch kürzeren Zugfolgezeiten fahren können. Die Kapazität ist für 4.000 Fahrgäste ausgelegt und kann auf bis zu 15.000 Personen pro Stunde und Richtung gesteigert werden.

Sicherheit hat höchste Priorität

Ein Seitenblick auf den Fernverkehr: Auch hier steht die Bahnautomatisierung zunehmend im Fokus, allerdings vor allem aus Gründen der Sicherheit. Denn je höher die Reisegeschwindigkeiten werden, desto weniger ist ein menschlicher Fahrzeugführer in der Lage, das System zu beherrschen. So verzögert die sogenannte Schrecksekunde, jener kurze Moment zwischen dem Erkennen einer Gefahr und der Reaktion darauf, bei Hochgeschwindigkeitsfahrten den Bremsvorgang dramatisch. Muss der Fahrzeugführer auch nur eine einzige Sekunde überlegen, legt sein 300 km/h schneller Zug bereits gut 83 weitere Meter in voller Fahrt zurück. Auch erfordern moderne Hochgeschwindigkeitszüge mit ihrer enorm hohen kinetischen Energie Bremswege, die für einen Autofahrer jenseits aller Vorstellung liegen. Ein ICE3-Triebzug beispielsweise, der mit 300 km/h unterwegs ist, kommt selbst bei einer Schnellbremsung mit allen verfügbaren Bremssystemen durchschnittlich erst nach rund 2,8 Kilometern zum Stehen – bei Tempo 330 verlängert sich der Bremsweg bereits auf 3,3 Kilometer.

Abhilfe kann hier das von Siemens maßgeblich mit definierte Verkehrssicherungssystem ETCS schaffen, das in Europa langfristig die verschiedenen nationalen Zugsicherungssysteme für Regional- und Fernverkehrszüge ablösen und grenzüberschreitend für Sicherheit sorgen soll. Das Prinzip ist vergleichbar mit Systemen im Nahverkehr: Auch ETCS kennt alle Daten über die Strecke, einschließlich der Steigungen und zulässigen Höchstgeschwindigkeiten. Es prüft ständig, ob der Zug mit der erlaubten Geschwindigkeit in die vorgesehene Richtung fährt und überwacht die Einhaltung von Langsamfahrten bei Baustellen oder in Bahnhöfen. Und auch bei ETCS kennt man unterschiedliche Kategorien: Je nach Ausbaustufe sichert das Sys-



Canarsie Line, New York: Umbau bei laufendem Betrieb.



Linie 9 in Barcelona: Erste vollautomatisierte U-Bahn Spaniens.

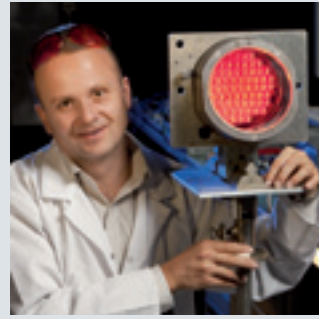
Sicher und sparsam: LED-Technik für Lichtsignale

Signale für Eisenbahnen müssen zuverlässig funktionieren und überwacht werden – sonst steigt das Unfallrisiko.

Ungezählte Lichtsignale regeln weltweit den Verkehr auf Bahnschienen. Bisher arbeiten sie mit Glühlampen, doch die Umstellung auf Leuchtdioden ist in vollem Gange: Rund 60 Prozent aller Lichtsignale statet Siemens heute bereits mit LED-Technik aus. Denn die kleinen Leuchten bringen zahlreiche Vorteile für den Einsatz im Schienenverkehr mit.

Beispielsweise sind LEDs echte Energiesparer und sie verbrauchen bis zu 80 Prozent weniger Strom als vergleichbare Glühlampen. Auch überstehen sie den Einsatz im rauen Bahnumfeld jahrelang ohne Ausfall und Wartung – nach ersten Praxiserfahrungen mehr als 10 Jahre lang. In dieser Zeit müssten Glühlampen mehrmals ausgetauscht werden. Außerdem zeichnen sich die Leuchtdioden durch hervorragende Farbintensität aus und sind deshalb auch am hellen Tag besser zu erkennen. Das gilt besonders bei weißen Signalbegriffen, denn das bläulich-kalte Weiß der LEDs unterscheidet sich wesentlich besser von einem Gelb als das Warm-Weiß herkömmlicher Glühlampen.

„Allerdings unterscheiden sich auch die elektrischen Eigenschaften von Leuchtdioden und Glüh-



Dirk Zimmermann,
Experte für LED-
Lichtsignale.

lampen stark“, erklärt Dirk Zimmermann, Signal-Experte bei Siemens Industry Railway Automation. „Das Kabel, das die Lichtsignale oft über mehrere Kilometer mit Energie versorgt, kann wie eine Antenne wirken und elektrische Fremdenergie quasi aus der Luft auffangen.“ Diese schwache Fremdenergie bringt zwar keine Glühlampe zum Leuchten, eine LED dagegen schon. „Ein Grün zur falschen Zeit kann gefährlich werden“, so Zimmermann. Deshalb entwickelte er eine Schaltung mit spezieller Ansteuertechnik für jede einzelne der bis zu 60 LEDs, die in einem LED-Signalgeber verbaut sind. Diese Ansteuerschaltung sorgt dafür, dass die Leuchtdioden mit den gleichen elektrischen Kennwerten arbeiten wie Glühlampen. Und: Die Schaltung ermöglicht sogar den Wechsel von Tagbetrieb mit hoher Lichtstärke auf blendfreien Nachtbetrieb mit geringerer Lichtstärke, ohne die Steuerungstechnik der Stellwerke verändern zu müssen.

Inzwischen tüfteln Dirk Zimmermann und seine Kollegen bereits an einer neuen Generation von Lichtsignalen, die mit deutlich weniger Einzeldioden auskommen – und so den Energiebedarf noch weiter senken.



Technik von Siemens: ViaQuatro-Leitwarte in São Paulo.



Val-System in Rennes: Fahrerlos im 150-Sekunden-Takt.

Neue Konzepte für „Complete mobility“

Mit frischen Ideen aus den „Mobility Interaction Labs“ von Siemens sollen sich künftig multimodale Betriebsprozesse in Verkehrsleitzentralen leichter und sicherer steuern lassen. Im Gespräch mit como erläutern Marcus Zwick, Head of Strategy – Innovative Mobility Solutions, und Kim-Markus Rosenthal, User Interface Designer – Rail Automation, die Hintergründe.

como: Wie sind die Aktivitäten der Mobility Interaction Labs zu verstehen?

Marcus Zwick: Ausgangspunkt ist die „Complete mobility“-Strategie von Siemens. Darunter verstehen wir ja die Bereitstellung durchgängiger, effizienter Mobilitätslösungen für ein integriertes Verkehrssystem. Aufgabe der Mobility Interaction Labs ist es nun, neue Interaktionstechnologien auf ihr Potenzial hin zu prüfen und mit den Herausforderungen einer nachhaltigen, zukunftsfähigen Mobilitätsentwicklung abzugleichen. Das beginnt mit der Optimierung vernetzter Prozesse und reicht bis zur ökonomischen Bewertung und Realisierung neuer Technologien.

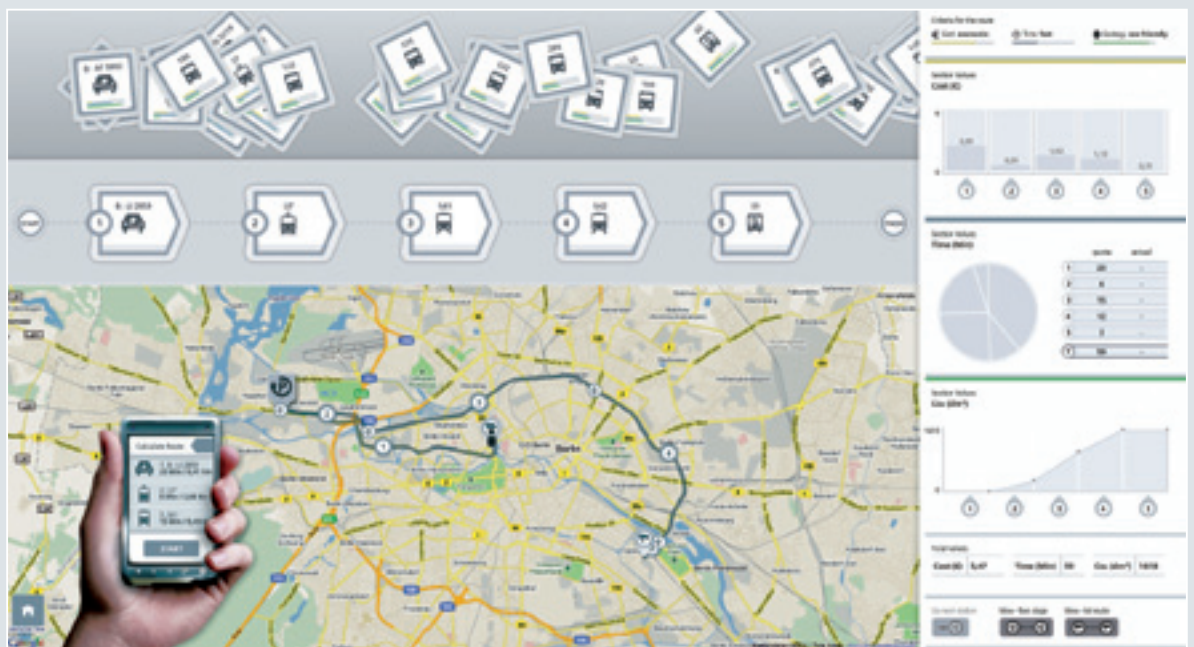
como: Damit steht also die Vernetzung von Betriebsprozessen im Fokus?

Zwick: Durch eine intelligente, IT-gestützte Vernetzung verschiedener Verkehrsmittel kommen ja die Vorzüge von „Complete mobility“ überhaupt erst

zum Tragen. Genau diese Vernetzung der Verkehrsströme stellt aber auch eine große Herausforderung dar – das betrifft vor allem Betreiber, die verschiedene Mobilitätsprodukte im Portfolio haben: Bahnen, Busse, Mietautos oder -fahrräder und so weiter. Deshalb arbeiten wir in den Mobility Interaction Labs an Konzepten, wie sich intermodaler Betrieb in einer Verkehrsleitzentrale oder Leitwarte optimal steuern lässt und wie die einzelnen Akteure in diesem Umfeld besser interagieren können.

como: Haben sich denn die Anforderungen an Bedienplätze in Leitzentralen generell verändert?

Kim-Markus Rosenthal: In den vergangenen zehn Jahren haben wir festgestellt, dass die Informationsdichte und die Zahl technischer Geräte am Arbeitsplatz in der Leitwarte stetig ansteigen. Dadurch wächst auch die Belastung der Operatoren beim Überwachen und Steuern komplexer Prozesse. Gerade im schienengebundenen Verkehr, wo



Eines für viele: Das innovative Multi-Touch-Screen-Bedienpult nimmt bis zu 32 Eingabebefehle gleichzeitig entgegen.



Kim-Markus Rosenthal



Marcus Zwick

Sicherheitsaspekte eine enorme Rolle spielen, gilt es deshalb, neue nutzer- und arbeitsorientierte Konzepte zu finden.

como: Welche Rolle spielen dabei neue Interaktionstechnologien – zum Beispiel Multi-Touch-Screen-Anwendungen?

Rosenthal: Zunächst – wirklich neu ist diese Idee ja nicht. Schon in den 1940er Jahren entwickelte der kanadische Wissenschaftler Hugh Le Caine einen spannungsgesteuerten Synthesizer mit berührungsempfindlichen Tasten. Und 1982 zeigte Nimish Mehta von der University of Toronto das erste praxistaugliche Fingerdruck-Display. Heute sehen wir eines der größten Potenziale von Multi-Touch-Screen-Systemen beim sinnvollen Einwirken auf einen Produktionsplan – vor allem bei solchen Prozessen, die nicht dem Regelbetrieb entsprechen. Dann arbeiten im Umfeld einer Leitwarte mehrere Akteure zusammen, die verschiedene Aufgaben parallel ausführen müssen, um die Probleme schnell und effizient lösen zu können.

como: Auf diesem berührungssensitiven Bildschirm laufen also alle Fäden zusammen?

Zwick: So ist es. Bei unserem Konzept „Mobility Interaction Lab“ ist ein großer Multi-Touch-Screen zugleich Informations- und Schaltzentrale eines Leitsystems mit ereignisbasierter Bedienerführung. Das System vernetzt verschiedene Systeme und operative Dienste intelligent miteinander und nimmt bis zu 32 Tipp-Befehle gleichzeitig entgegen. Ich bin sicher: Mit diesem Konzept können wir die Arbeit in Betriebsleitzentralen erleichtern, das Fehlerrisiko durch menschliches Versagen deutlich reduzieren und die Entwicklung hin zu „Complete mobility“ sinnvoll und effektiv unterstützen.

tem die Einhaltung der Vorgaben von Streckensignalen (Level 1), ermöglicht durch kontinuierliche Datenübertragung den Wegfall von Streckensignalen (Level 2) und unterstützt im Level 3 durchgängig das Moving-Block-Verfahren. Allerdings: Das transeuropäische Schienennetz aus grenzüberschreitenden konventionellen und hochgeschwindigkeits-tauglichen Strecken hat eine Gesamtlänge von knapp 100.000 Kilometern – da ist mit einem flächendeckenden Ausbau höchstens langfristig zu rechnen.

Das alte Stellwerk hat ausgedient

Bei Inselsystemen wie Metro und U-Bahn lässt sich ein derartiger Umbau naturgemäß eher in den Griff bekommen, zumal meist auch die Betriebsleitzentralen eine entsprechende Aufrüstung erfahren. So erhielt beispielsweise ein Teilbereich der von New York City Transit (NYCT) betriebenen New Yorker U-Bahn vor einigen Jahren eine komplett neue integrierte Leitzentrale mit automatischem



Für High-Speed-Züge ist Leittechnik ein Muss.

Betriebsleitsystem (ATS) – das größte ATS-Projekt der Welt: Das System steuert nun auf 175 Streckenkilometern 172 Stationen, 45 Stellwerke, 46 zentrale Technikräume, 1.758 Stelleinheiten und 4.811 Anzeigeeinheiten für gleichzeitig bis zu 200 Zugbewegungen. Rund ein Drittel aller U-Bahn-Stationen wird von der neuen Betriebsleitzentrale in Manhattan ferngesteuert.

Das ATS auf Basis des Betriebsleitsystems Vicos OC 501 besorgt zentral die Zugsteuerung, Streckensignalisierung, Fahrzeugerkennung und integrierte Sprach- und Datenkommunikation. Alle Teilsysteme sind vollständig in bestehende Überwachungs- und Datenerfassungssysteme integriert. Zu den wesentlichen Funktionen gehören Zugüberwachung und -verfolgung in Echtzeit, computergestützte Zuglenkung und Disposition, Fahrplanverwaltung und einiges mehr. Weil nicht nur mehrere unterschiedliche U-Bahn-Linien auf den gleichen Gleisstrecken verkehren und an verschiedenen Punkten innerhalb des Systems zusammenlaufen, sondern auch Regional- und Expresszüge mit zu berücksichtigen sind, kann man mit gutem Recht von einer sehr komplexen und anspruchsvollen Anlage sprechen.

Je üppiger die Funktionalität einer solchen Leitwarte angelegt ist, desto wichtiger ist die klare Visualisierung der Vorgänge und ein durchdach-



Bei intermodalen „Complete mobility“-Anwendungen steht auch die Mensch-Maschine-Schnittstelle im Fokus

tes Interaktionskonzept – mit dem Ziel intuitiver Bedienbarkeit. Auch hier unterstützen Automatisierungsfunktionen den Controller bei schnellen Entscheidungen und entlasten ihn von Routineaufgaben. Beispielsweise lassen sich per Zugfolge-Abstandsregelung die Fahr- und Haltezeiten, aber auch umfassende Fahrprofile automatisch anpassen, um Abweichungen vom Fahrplan schnell und effektiv auszugleichen. Ohne manuelles Eingreifen regelt die Automatik dann stations- und fahrplanabhängig Taktzeiten oder bestimmt die Reihenfolge der Züge auf der Strecke – ganz im Sinne eines optimierten Betriebsablaufs.

Doch die Ansprüche an Verkehrs- und Betriebsleit-

systeme steigen. Immer wieder zeigen Störungen und Unfälle, dass es schon heute für Bediener schwer wird, in Stresssituationen aus der Flut der Informationen und Hinweise die richtigen Handlungen abzuleiten – und bei künftigen intermodalen Anwendungen mit unterschiedlichen Verkehrssystemen nimmt die Datenflut entsprechend zu. Eine Konsequenz daraus: Ingenieure von Siemens verwenden besondere Sorgfalt auf die Entwicklung von Human Machine Interfaces (HMI), Mensch-Maschine-Schnittstellen wie beispielsweise Displays oder Bedienfelder.

Züge lenken mit der Fingerspitze

Aktuelles Beispiel ist das „Operations Control Interaction Lab“, mit dem Siemens auf der Innotrans 2010 seine Ideen von Bahnleitsystemen der Zukunft vorstellte: Ein ausladendes Bedienpult mit Multi-Touch-Screen und 1,27 Meter Bildschirmdiagonale lässt sich von mehreren Anwendern gleichzeitig nutzen und bietet damit ganz neue Möglichkeiten der Interaktion: Solche Systeme sind berührungssensitive Eingabegeräte, die bei der Mensch-Computer-Interaktion mehrere Berührungspunkte – multiple touches – gleichzeitig erfassen und verarbeiten können. Per Fingertipp lassen sich Zugflotteneinsätze planen

und lenken, die Fahrzeiten der Züge und die Infrastruktur überwachen, mögliche Engpässe vermeiden, außerplanmäßige Zugfahrten einschieben und Umleitungen organisieren. Jeder Operator kann zumindest aus dem Augenwinkel erkennen, womit der Kollege nebenan gerade beschäftigt ist. Dieses

Zusammenspiel von Funktionalitäten und Rollen verkürzt Reaktionszeiten und erleichtert Abstimmungsprozesse. Die einheitliche Visualisierung und das durchgängige Interaktionskonzept für diese „kollaborative“ Arbeitsumgebung erlauben die intuitive Bedienung und unterstützen den Anwender in der effizienten Steuerung der Verkehrsflüsse.

Zur UITP-Konferenz in Dubai haben die „Mobility Interaction Labs“ von Siemens diese Studie aktuell um weitere Ideen ergänzt. Denn immer geht es um die Frage, wie eine reibungslose Mobilität über verschiedene Verkehrsträger hinweg realisiert werden kann – „Complete mobility“ aus dem Computer. □