

Schnellbahn-Automation und „der letzte Mann“ am Zug

Von Prof. Dr. Vukan R. Vuchic, Universität Pennsylvania, Philadelphia,
in der Übersetzung von Dipl.-Ing. Manfred Weber, Bielefeld*)

Vorteile und Nachteile des automatischen Zugbetriebs – Das Problem des letzten Mannes der Zugmannschaft – Ist eine Vollautomation realistisch? – Automation bei neuartigen Nahverkehrssystemen – Schlußfolgerungen

In vielen Städten sind Schnellbahnsysteme automatisiert worden, aber die meisten Verkehrsfachleute lehnen die Idee des führerlosen Zugbetriebes als zu idealistisch ab. Zur selben Zeit werden große Investitionen vorgenommen, um die Entwicklung der Vollautomation für zahlreiche neue Systeme wie z. B. PRT**) voranzutreiben, obwohl viele von ihnen noch keine genau bezeichnete Funktion im städtischen Verkehr haben.

Verschiedene Schnellbahnsysteme haben bereits den automatischen Zugbetrieb (ATO = Automatic-Train-Operation), der für sicheres Fahren und präzises Halten der Züge geeignet ist. Über diesen Fortschritt sprechen ihre Planer und die Betriebsleute mit großem Stolz und betonen oft, daß der Fahrer nichts weiter zu tun hat, als die Aufsicht zu führen.

Wie dem auch sei, sie beeilen sich aber auch zu sagen, „wir wollen niemals einen Betrieb durchführen, indem der Zug ohne einen einzigen Mann gefahren wird, denn er muß dort für das Vertrauen der Fahrgäste sorgen und im Gefahrenfalle eingreifen können“.

Paradoxiere Weise werden viele Systeme mit den verschiedensten Technologien – hauptsächlich mit viel mehr komplizierten Leit- und Kontrollsystemen als bei den Schienensystemen – als vollautomatisierte für den städtischen Verkehr vorgeschlagen. Einige dieser Systeme haben kleine Kabinen für 2 bis 4 Personen, andere schlagen den Einsatz von Zügen von bis zu 10 Wagen mit 40 bis 50 Personen Fassungsvermögen vor. Es ist so, daß die Schienensysteme nicht für volle Automation geplant werden wegen der extremen, manchmal übertriebenen Vorsicht der Betriebsleute, während viele neue Systeme für Vollautomation oft von Leuten vorgesehen werden, die nicht über ausreichende Erfahrungen mit dem Betrieb öffentlicher Verkehrssysteme verfügen.

Dieser Aufsatz beabsichtigt, den gegenwärtigen Status der automatischen Zugbetriebe zu bewerten und die Durchführbarkeit seines nächsten logischen Schrittes zu prüfen. Dieser Schritt, die Vollautomatisierung der Schienensysteme, kann in großen als auch in mittleren Städten eine außerordentlich bemerkenswerte Verbesserung des Verkehrsangebotes darstellen.

Die Bewertung des automatischen Zugbetriebes

Es gibt keine Frage, daß ATO einen Schritt in der technischen Verbesserung des Betriebes von Schnellbahnen darstellt. Einige Verkehrssysteme realisieren bereits gewisse Einsparungen und verbesserte Betriebsmethoden mit Hilfe der Automation. Jedoch haben nicht alle Systeme, die Automation eingeführt haben, eine sorgfältige Analyse des Erfolges und der Kosten durchgeführt. Der Nutzen ist oft überschätzt worden, und es ist in vielen Städten fraglich, ob die Automation gerechtfertigt ist, besonders nachdem die Fahrer in Zügen beibehalten wurden. Die folgende kurze Analyse des zu fordernden Nutzens und der Kosten der Automation soll dieses klären. Im Vergleich mit modernen handbetriebenen Systemen bieten Schnellverkehrssysteme mit ATO die folgenden Vorteile:

Reduzierter Energieverbrauch: Mit Hilfe des vorprogrammierten optimalen Fahrprogramms kann der Energieverbrauch durch ATO minimiert werden. Aber seit handbetriebene Züge auch für optimales Fahren programmiert werden können und während der Fahrt durch automatische Schreibgeräte kontrolliert werden, sind die Energieeinsparungen bei ATO im Verhältnis zur Handbedienung sehr klein.

Reduzierter Fahrzeugverschleiß: Vorprogrammierte Zügbewegungen schließen jede Möglichkeit einer falschen Fahrpraxis aus. Jedoch fast alle Schnellbahnfahrzeuge

verfügen über eine indirekte Kontrolle, die den Fahrer von falschen Beschleunigungen abhält und ihm beim Bremsen hilft. Derartige Verbesserungen durch ATO sind deshalb nicht bemerkenswert.

Ein **gesteigerter Fahrgastkomfort** wird von einer sanfteren vorprogrammierten Fahrweise erfordert. Die Darlegungen des vorhergehenden Punktes setzen hier an.

Präzise Fahrplaneinhaltung und Beseitigung von Störungen. Ein gut organisierter handbedienter Betrieb sorgt für eine präzise Fahrplaneinhaltung. Die Fahrer, besonders dann, wenn sie eine gute Verbindung mit der Kontrollzentrale haben, sind in der Lage, die Beseitigung von Störungen besonders wirksam vorzunehmen. Eine neuere vorläufige Studie von der Forschungsgruppe für Betrieb, der London Transport, die ATO auf der Victoria-Line mit dem Handbetrieb auf der Piccadilly-Line vergleicht, fand den Unterschied in der Zuverlässigkeit sehr gering; die durchschnittliche Abweichung der Fahrzeiten zwischen den Haltestellen liegt bei $\pm 3,1$ Sek. auf der Victoria-Line und bei $\pm 4,6$ Sek. auf der Piccadilly-Line.

Gesteigerte Leistungsfähigkeit der Linie. Minimale Zugfolgen auf einer Linie können durch ATO reduziert werden. Obwohl dieses Ergebnis relativ klein ist, die Vorteile, die sich durch eine gesteigerte Zuverlässigkeit bei dem Fahrgastaufkommen im Bereich der Leistungsfähigkeit ergeben, können bemerkenswert sein.

Gesteigerte Sicherheit. Theoretisch ist ein automatisches System sicherer als ein handbedientes. Jedoch kann man feststellen, daß durch die Streckenkontrolle mit Zwangsbremungs-Einrichtung viele nichtautomatische Systeme Jahrzehnte ohne irgendeine Panne funktioniert haben. Vorteile durch ATO sind daher unbedeutend.

Verbesserte Arbeitsbedingungen für das Personal. Dies kann kaum ein triftiges Argument sein,

1. weil das Fahren von Zügen im allgemeinen physisch oder geistig keine schwere Tätigkeit ist, und
2. wenn die Züge automatisiert sind, ist eines der ernstesten Probleme die Ermüdung und der Mangel an Wachsamkeit des Fahrers, der sich überflüssig fühlt; diese Art von Arbeitsbedingung kann mehr nachteilig als vorteilhaft in bezug auf ATO sein.

Die beiden hauptsächlichsten Nachteile von ATO sind:

Erhöhte Investitionskosten. Die meisten Systeme verfügen nicht über klare Daten in bezug auf die Systemkostensteigerung durch die Automation, aber sie berichten allgemein, daß die Erhöhung wesentlich sei.

Gesteigerte Komplizierung des Systems. Es gibt keinen Zweifel, daß die mechanische und elektronische Komplizierung mit ATO entscheidend wächst. Dadurch erhöhen sich die Unterhaltskosten, und die Fähigkeit des Fahrers, im Falle einer Störung des Zuges auf der Strecke effektiv einzugreifen, vermindert sich. Insgesamt gesehen kommt es zu oft vor, daß sehr ernsthafte Anfangsstörungen des Systems auftreten, wie z. B. bei BART in San Franzisko. Die mechanische Zuverlässigkeit des Systems kann in der Tat mit einigen ATO-Systemen permanent vermindert werden.

*) Aus „Railway Gazette“ Oktober 1973

**) PRT = personal rapid transit Klein-Kabinen-Bahn.

SIEMENS

Zum Beispiel: Stadtbahnwagen „Kölner Bauart“



E 41-7504 Foto KVB

Ein schneller Gelenktriebwagen, der durch seine Konzeption und elektrische Ausrüstung sowohl für den innerstädtischen als auch für den regionalen Bereich gleich gut geeignet ist.

Zwei Fahrmotoren beschleunigen den besetzten Zug in 30 s auf 80 km/h. Sie bewirken auch, daß der Zug im Notfall mit Verzögerungen bis zu 3 m/s² abgebremst werden kann.

Ein elektronisches Wagensteuergerät – ausgeführt in verschleißfreier integrierter Schaltkreistechnik – sorgt u.a. für Ruckbegrenzung, Gewichtsausgleich, Stromregelung, Schleuder- und Gleitschutz, Bremsstromüberwachung: Es übernimmt alle Funktionen, die zur optimalen Energie- und Materialausnutzung automatisiert werden müssen.

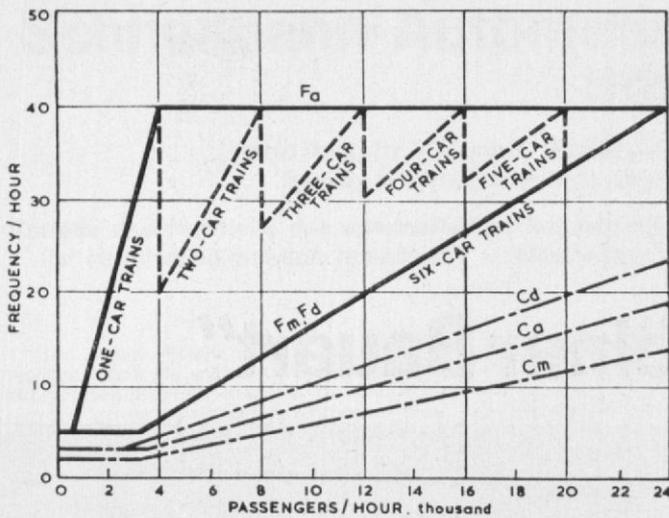
Der Stadtbahnwagen „Kölner Bauart“ kann im Zugverband mit bis zu vier Einheiten gefahren werden.

Dank seiner Fahrmotoren mit 470 kW Antriebsleistung und der elektronischen Steuerung wird eine Anfahrbeschleunigung von 1,1 m/s² und eine Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h erreicht.

Die Siemens-Bahntechnik hilft dem öffentlichen Nahverkehr mit Problemlösungen in der Energietechnik, Signaltechnik, Nachrichtentechnik und Datentechnik.

Weitere Informationen senden wir Ihnen gern zu.
Schreiben Sie an Siemens AG, ZVW 13, 8520 Erlangen 2
Postfach 3240

Neue Lösungen für den öffentlichen Nahverkehr: Bahntechnik von Siemens



Bedienungshäufigkeit und Kosten bei Handbedienung, automatischem Betrieb mit Fahrer und vollautomatischem Betrieb.

Die Analyse führt zu dem Schluß, daß für die Systeme, die an der Grenze der Leistungsfähigkeit arbeiten, so wie einige Metro-Linien in Paris und die S-Bahn in München, die Kürzung der Zugfolgeabstände durch ATO bemerkenswert ist und eine Verbesserung der Bedienungszuverlässigkeit ergeben. Jedoch für die meisten anderen Systeme, die im allgemeinen nicht an der Leistungsgrenze fahren, sind die Vorteile begrenzt; in vielen Fällen wiegen sie nicht die Nachteile der gestiegenen Kosten und Komplizierung auf. Eine logische Frage ist deshalb, ob ATO ein so gewaltiger Schritt vorwärts ist, wie er oft präsentiert wird, oder ob es manchmal eine extravagante, nicht zu rechtfertigende Steigerung der Systemkosten ist.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Einführung von ATO bei einigen Schnellbahnsystemen, die unter der Leistungsfähigkeitsgrenze arbeiten, vielmehr eine Frage der Mode als des wirtschaftlichen und betrieblichen Vorteils ist. Dies ist besonders der Fall in den mittelgroßen Städten, die Schwierigkeiten mit dem Anfangskapital für die erforderlichen Kosten der hochqualitativen Transportsysteme selbst ohne ATO haben. Die zusätzlichen Investitionen könnten oft besser für die Ausdehnung des Netzes verwendet werden.

Das Problem des letzten Mannes

Die Tatsache ist aber doch, daß die Einführung von ATO für ein System durchaus gerechtfertigt sein kann, wenn der Schlußschritt in bezug auf Automation gemacht wird, d. h. der letzte Mann der Zugmannschaft weggenommen wird. Dieser Schritt wird jedoch nicht in bezug auf die reduzierten Lohnkosten so beeindruckend sein; weitaus bemerkenswerter ist es, daß bei der Beseitigung des letzten Mannes der Betrieb von drei 2-Wagen-Zügen nicht mehr kosten wird als der Betrieb von einem 6-Wagen-Zug. Mit anderen Worten, da die Kosten pro Wagenkilometer konstant ohne Rücksicht auf die Zuglänge sein werden, kann die Bedienungsfrequenz ohne irgendwelche Extrakosten durch die Trennung der Züge in kleine Einheiten drastisch erhöht werden.

Um diesen beeindruckenden Punkt zu illustrieren, sind die Zugfolge mit F und die Gesamtkosten mit C als Funktion des Fahrgastaufkommens für verschiedene Stufen der Systemautomation in vorstehender Darstellung aufgezeichnet. Das Diagramm basiert auf der Annahme, daß jeder Wagen ein Fassungsvermögen von 100 Fahrgästen hat, eine minimale Frequenz von 5 Abfahrten pro Stunde ohne Rücksicht auf das Fahrgastaufkommen festgelegt ist, daß zusätzliche Wagen zu minimalen Betriebskosten und maximalen Zugfolgeabständen für jede festgelegte Kosten eingesetzt werden; dies ist eine übliche Praxis.

Das Diagramm zeigt, daß im Vergleich mit dem Handbetrieb (m) der ATO-Betrieb mit Fahrer (d) höhere Kosten durch die Automatisierung hat, aber doch die gleiche Bedienungsfrequenz bietet. Vollautomatisierter Betrieb (a) produziert in den meisten Fällen einen Wert zwischen den Kosten für die davorstehenden

zwei Fälle, mit den Automationskosten ähnlich dem Fall (d) aber keine Lohnkosten; er gibt aber eine wesentlich höhere Frequenz. Soweit wie die Forderung nach einer Kapazität von 20–30 Wagen pro Stunde reicht, kann dieses System 3- und 2-Min.-Zugfolgen anbieten. Die kurzen Zugfolgen können beibehalten werden bei zunehmender Anforderung, während die Zahl der Wagen pro Zug stufenweise steigt.

Die mit F_a bezeichnete Linie gibt die Frequenz wieder, wenn alle Züge dieselbe Anzahl von Wagen haben. Z. B. für 6000 Fahrgäste kann man alle 2 Wagenzüge mit einer Frequenz von 30 (gestrichelte Linie) oder 20 Einwagen- und 20 Zweiwagenzüge mit einer Frequenz von 40 (durchgehende Linie) vorsehen. Man kann entweder einen von diesen beiden Betrieben oder jede andere Kombination herausuchen. Alle würden die gleichen Kosten verursachen.

Die wichtigste Beobachtung ist hier, daß der automatisierte Betrieb mit dem Fahrer steigende Kosten beinhaltet, aber keine steigende Frequenz erzeugt. Vollautomatisierter Betrieb kann billiger sein als ATO mit dem Fahrer und eine weitaus größere Bedienungsfrequenz darstellen als die beiden vorstehenden Betriebstypen.

Es ist bemerkenswert festzustellen, daß der Bereich dieses größeren Frequenzangebotes im allgemeinen auf den meisten Linien während aller Tageszeiten außer der Spitzenstunde angetroffen wird. Der Vorteil der Vollautomation vermindert sich mit der Bedarfssteigerung in Richtung Kapazitätsgrenze.

Ist eine Vollautomation realistisch?

Die meisten Schnellbahnbetreiber und -planer sind sehr skeptisch gegenüber den Entwürfen für eine Vollautomation.

Es muß aber festgehalten werden, daß es noch einige Zweifel gibt, ob ein Mann überhaupt Vier- oder Sechs-Wagen-Züge bedienen kann, obwohl in Hamburg ein Mann 8 Wagenzüge bedient, und zwar bereits seit 1957. Viele Betreiber glauben nicht, daß es möglich ist, Haltestellen ohne Personal zu betreiben, obwohl die Lindenwold-Line in Philadelphia unbesetzte Stationen seit 1969 hat. Es sollte weiter daran erinnert werden, daß in Paris vor einiger Zeit die Metro mit einem Fahrer und einem Mann auf jedem Wagen betrieben worden ist. Das Argument: „Wie kann es einen Wagen im Zug geben ohne einen einzigen Begleiter, der bereit ist, im Falle der Gefahr einzugreifen?“ schien für die damalige Zeit überzeugend.

Um zu prüfen, ob die Skepsis der amtlichen Stellen realistisch und die Vorschläge für die Vollautomation idealistisch sind, muß man alle Hauptprobleme überprüfen, die für eine Vollautomation gelöst werden müssen. Einige von ihnen scheinen oft unlösbar zu sein.

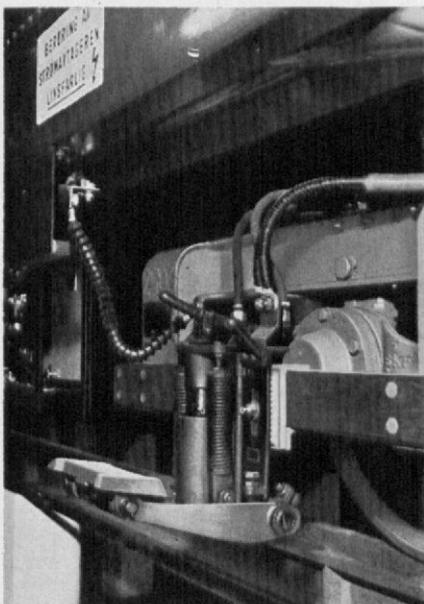
Der Kontakt mit den Fahrgästen im Gefahrenfalle. Dieses Problem würde mit Vollautomation nicht ernsthafter zu betrachten sein, als es gegenwärtig der Fall ist. Die Tatsache ist doch, daß bei vielen Systemen im Falle des Zughalts im Tunnel der Fahrer sowieso in keiner Weise Kontakt zu den Fahrgästen herstellt. Insbesondere in vielen europäischen Bahnsystemen kann er von einem Wagen gar nicht zum anderen überwechseln, weil es keine Türen an den Kopfseiten des Wagens gibt. Das Problem kann aber für beide Systeme, sowohl für das handbetriebene als auch das automatische, mit einem Wechselsprechgerät und möglicherweise einer Fernsehanlage in jedem Wagen gelöst werden. Dies sind zwei technische Möglichkeiten, die z. Z. vorliegen.

Kontrolle der Zugabfertigung in den Bahnhöfen. Beispiele für die Lösung dieses Problems existieren vielfach, so arbeiten z. B. die Lindenwold-Line und die A-1-Linie in Frankfurt ohne Bahnhof-Personal; Hamburg verwendet nunmehr seit 16 Jahren Fernsehmonitore; das automatische Türenschließen ist in Frankfurt und San Francisco im Gebrauch. Eine zentralisierte Überwachung der Bahnhöfe und Zugabfertigung ist deshalb absolut möglich.

Die Kontrolle des Fahrwegs im Hinblick auf Hindernisse. Dies ist das ernsthafteste und wahrscheinlich das einzige technische Problem der Vollautomation, das zusätzliche Forschungen und Versuche erforderlich macht. In Tunneln und auf hochgelegenen Streckenabschnitten ist die Kontrolle der besonderen Bahnkörper praktisch komplett. In Bahnhofsbereichen und auf ebenen Streckenabschnitten sind zusätzliche Kontrollmaßnahmen oder Überwachungen erforderlich.



Eine sichere Sache: Stromschiene und Stromabnehmer für U- und S-Bahnen.



Stromabnehmer der U-Bahn Oslo

U-Bahnen und Gleichstrom-S-Bahnen werden mit Gleichspannung von 800 V bis 1500 V betrieben. Sie benutzen als Fahrleitung vorzugsweise die Stromschiene, eine Fahrleitungsart, die robust, betriebsicher und wartungsarm ist. Sie ermöglicht ein kleineres Tunnelprofil als die Oberleitung. Von den drei Bauarten für Stromabnahme von oben, von der Seite oder von unten hat sich die von unten bestrichene Stromschiene am besten bewährt. Sie hat den sichersten Berührungsschutz – heute durch eine Kunststoffabdeckung – und ist nicht durch Vereisung gefährdet. Die vor 40 Jahren von AEG-TELEFUNKEN eingeführte Klauenhalterung mit Steatit-Rundisolator wird heute ausschließlich verwendet.

AEG-TELEFUNKEN liefert für jede Stromschieneanordnung den ge-

eigneten Stromabnehmer. Die Befestigung auf einem isolierten Balken entfällt bei Stromabnehmern mit Isolierstoffschiene. Bei Ausrüstung mit Impulszylinder können alle Stromabnehmer eines Zuges vom Fahrerstand fernbetätigt werden.

AEG-TELEFUNKEN plant und baut seit Jahrzehnten Stromschieneanlagen für U- und S-Bahnen und liefert dazu die Stromabnehmer. Informationen erhalten Sie von unserem nächsten Büro, unserer nächstgelegenen Bahnvertretung oder direkt von
AEG-TELEFUNKEN
Fachbereich Bahnen
1 Berlin 33, Hohenzollerndamm 150

AEG

Elektrische Bahnen
von AEG-TELEFUNKEN

Arbeitnehmer sollten nicht ohne Arbeit gelassen werden. Dies ist ein kurzfristiges Problem, das durch Pensionierung und Umschulung sowie durch die Vorhaltung von mehr produktiven Arbeitsstellen gelöst werden kann. Allerdings werden sich Systeme, die Arbeitskräftemangel haben, nicht mit diesem Problem beschäftigen müssen. Aber ein Problem, das damit verwandt ist, ist der Widerstand der Gewerkschaften, der eine äußerst ernsthafte Angelegenheit speziell in US-Städten darstellt. Obgleich schwer zu lösen, ist dies ein zeitliches Hindernis, aber kein unlösbares Problem auf die Dauer.

Gesetzliche Vorschriften verlangen die Anwesenheit eines Betriebsbediensteten in jedem öffentlichen Verkehrsmittel.

Gesetze dieser Art sind in verschiedenen Ländern erlassen worden, da kein zuverlässiges automatisches System vorhanden war, und nicht mit der Absicht, die Schaffung eines solchen Systems zu verhindern. Obgleich die Veränderung solcher Gesetze einige Zeit und Anstrengung beansprucht, kann diese Tatsache gewiß nicht als absolutes Hindernis in Betracht gezogen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Probleme bezüglich der Vollautomation von Stadt zu Stadt verschieden sind und einige Arbeit notwendig ist, um diese Probleme zu lösen. Jedoch gibt es allgemein keine dauernden Hindernisse, die den vollautomatisierten Betrieb für alle Zeit verhindern würden.

Klein- und Großkabinen-Systeme

Zahlreiche vorgeschlagene Systeme sind als für einen vollautomatischen Betrieb geeignet angeboten worden. Wie Schienenfahrzeuge werden diese Systeme mechanisch geführt, aber im allgemeinen haben sie einen sehr viel komplizierteren Führungsmechanismus, einen höheren Energieverbrauch und langsamere komplizierte Weichen. Im Hinblick auf die betrieblichen Aspekte, die die Automation beeinflussen, gibt es praktisch keinen Unterschied zwischen Schienensystemen und den vorgeschlagenen Systemen.

Der oft voreilige Glaube, daß kleinere Fahrzeuge eine höhere Sicherheit darstellen, ist nicht korrekt. Ein Fahrzeug für 4 bis 6 Personen verschafft weniger Schutz vor Kriminalität als ein Fahrzeug für 50 bis 100 Personen.

Angesichts der umfassenden Erfahrungen, die sich bei Schienensystemen angesammelt haben, und im Hinblick auf ihre Einfachheit haben sie viel eher als die vorgeschlagenen Systeme eine natürliche Voraussetzung für die Umwandlung zu einem vollautomatisierten Betrieb. Aber wenn wegen des Konservatismus in bezug auf dieses Ziel nichts getan wird, muß damit gerechnet werden, daß einige neue, aber weniger wirksame Verkehrsarten den Anfang mit einer Vollautomation machen. Das könnte zu dem absurden Glauben führen, daß es notwendig ist, mehr komplizierte Führungstechnik, Federung und Antriebssysteme zu erfinden, um die Vorteile der Vollautomation in Anspruch nehmen zu können.

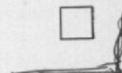
Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die Vorteile, die sich aus der Einführung des automatischen Zugbetriebes bei Schnellbahnsystemen ergeben, unterscheiden sich beträchtlich. In einigen Städten wiegen die Vorteile nicht die Kosten und Probleme auf, die aus der vergrößerten Komplizierung entstehen, mindestens solange der Fahrer auf dem Zug beibehalten wird. Automation wird manchmal mehr aus Modegründen als aus gründlichen technischen Überlegungen heraus angenommen.

Im Gegensatz zu der vorherrschenden Meinung in ÖPNV-Kreisen, daß die Abschaffung des letzten Mannes auf dem Zug niemals möglich sein wird, existieren doch beinahe alle Elemente für diesen Schritt, wenn auch einige zusätzliche Arbeit notwendig ist, bevor ein vollautomatisiertes System betriebsfähig gemacht werden kann. Tatsache ist es, daß die Schienensysteme einschließlich S-Bahnen, U-Bahnen und Stadtbahnen auf Abschnitten mit voller Kontrolle des besonderen Bahnkörpers sehr viel mehr geeignet sind, die volle Automatisierung einzu-

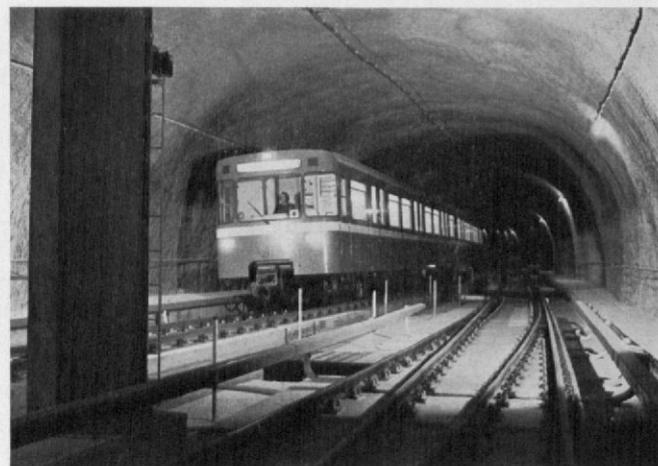
führen, als die zahlreichen vorgeschlagenen Systeme, die oft als das einzig Mögliche für Vollautomation präsentiert werden.

Die Wegnahme des letzten Mannes von den Zügen wird ein drastisches Ansteigen der Bedienungsfrequenz auf nahezu allen Schnellverkehrssystemen während der Betriebszeiten ohne irgendein Ansteigen der Betriebskosten erlauben. Das wird die Schnellbahnen sehr viel attraktiver für die Bedienung von Mittelstädten mit verschiedenen Fahrgastaufkommen machen, die gegenwärtig eine sehr viel schlechtere Bedienungsqualität mit Oberflächen-Bussen haben. Das Potential für die Verbesserung des städtischen Verkehrs ist groß und so leicht ausführbar, daß es nicht länger ignoriert werden sollte.



U-Bahn Nürnberg auf längerer Strecke

Bilder aus den ersten Tagen nach Inbetriebnahme des 2. Abschnittes der U-Bahn Nürnberg zwischen Frankenstr./Südring und Bauernfeindstr. U-Bahn-Wagen im Bahnhof Frankenstraße (oben) und im Hasenbuck-Tunnel auf dem neuen Streckenabschnitt.



Wie man beim Einbetonieren schotterloser Gleise Temperaturkräfte beherrscht

Von Stadtbaudirektor Dipl.-Ing. Hans Braitsch, Köln

Das Problem — Lösungsmöglichkeiten — Verfahren und Erfahrungen in Köln — Allgemein zweckmäßiges Vorgehen

Das Problem

Beim Einbetonieren von Gleisen mit offenem bettungslosen Oberbau — ob mit oder ohne Schwellen — sind Schienenlängskräfte aus witterungsbedingten Temperaturänderungen während des Betonierens und Erhärtens zu berücksichtigen. Wenn die einzubetonierenden Schienenbefestigungen (oder Schwellen) mit den Schienen in angestrebter Soll-Lage des Gleises vormontiert und fest verbunden sind, würden schon Längsverschiebungen der Schienen von wenigen Millimetern zu Langlöchern statt Rundlöchern an Schraubdübeln und zu unerwünscht breiten Fugen an Schwellen führen. In Gleisbögen könnte es ohne geeignete Vorkehrungen auch zu Querverschiebungen mit beträchtlich breiten Fugen und zu entsprechenden Gleislagefehlern kommen, wogegen sich in geraden Gleisen ein seitliches — oder auch vertikales — Ausknicken bereits durch die Art der Gleisvormontage vermeiden läßt.

Im Freien liegende Gleise können innerhalb weniger Stunden Unterschiede der Schienentemperatur von etwa 40° C aufweisen. Dies entspricht einer Längenänderung frei beweglicher Schienen vom 0,00046fachen der Ursprungslänge, also z. B. von 33 mm bei einer auf 72 Meter verschweißten Schiene oder von 16,5 mm an jedem Schie-

nenende. Natürlich sind derartige Längenänderungen in einem Betonierabschnitt, und schon Anteile davon bei nur teilweiser Festhaltung der Schienen, für ein maßgenaues Einbetonieren fest angehängter Schienenbefestigungen oder Schwellen undiskutabel.

Lösungsmöglichkeiten

Eine denkbare Lösung wäre es, die Schienen gegenüber den Schienenbefestigungen während des Betonierens und ersten Erhärtens völlig längsverschieblich zu halten. Hierbei wären jedoch Querverschiebungen in Gleisbögen keineswegs ausgeschlossen, von praktischen Schwierigkeiten bei der Herstellung einwandfreier Längsverschieblichkeit (ohne Inkaufnahme von Seiten- oder Höhenfehlern) einmal abgesehen.

Eine andere Lösung vermindert die größtmöglichen Längsverschiebungen der Schienen dadurch, daß kurze Schienen vorerst nur verlascht werden. Bei Laschen mit Langlöchern und ausreichenden Stoßlücken vermindern sich für eine 18-m-Schiene die Werte des obigen Beispiels auf ein Viertel, also auf eine Längenänderung von nur rund 4 mm an jedem Schienenende. Wird außerdem zu einer Zeit betoniert, während der die Schienentemperatur

Bild 1: Stützbock-Konstruktion mit auf dem Schienenkopf aufgeschweißten Flacheisen (alle Fotos: Pietschmann, KVB AG)

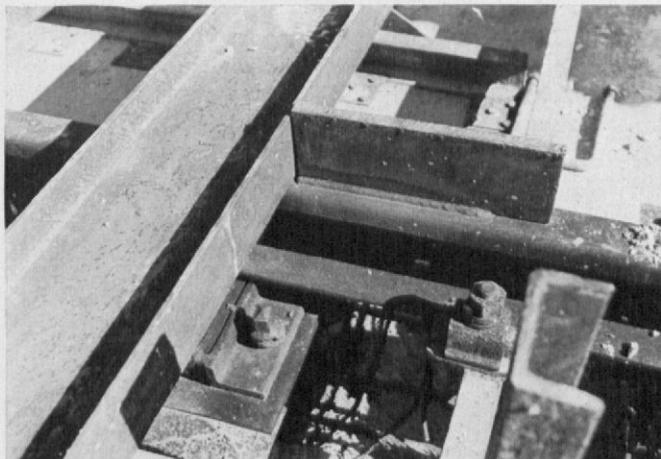
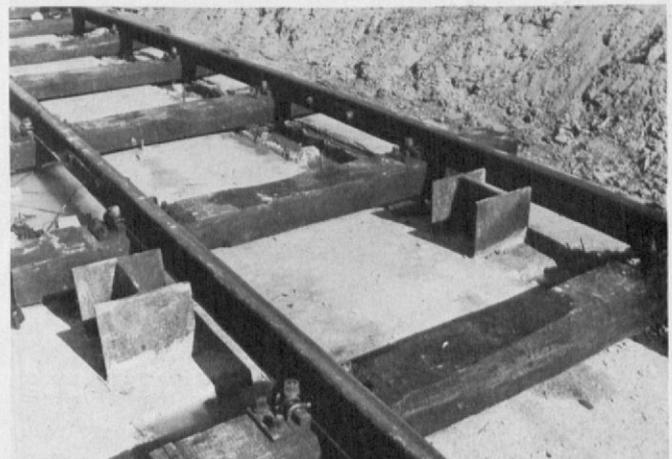


Bild 2: In den Betonunterbau einbetonierte Peiner Träger



37 v 22.001 E
pp 90-94

V+T

Verkehr und Technik

Organ des Verbandes öffentlicher Verkehrsbetriebe (VÖV)
und des Bundesverbandes Deutscher Eisenbahnen (BDE)

Zur 4. Verkehrsausstellung Essen 1975
Fußgängerbereiche und DPNV
Belieferungsqualität und Automation bei
Stadtschnellbahnen

Erich Schmidt Verlag Berlin · Bielefeld · München

März 1975

3

DÜWAG STADTBAHNWAGEN

Im Tunnel- und Oberflächenverkehr
Innerstädtisch und städteverbindend
Universell einsetzbar



Führend auf dem Gebiet
des Stadtschnellverkehrs



2001

WAGGONFABRIK HERDINGEN A.G.
WERK DÜSSELDORF
4 Düsseldorf, Königsberger Straße 100
Telefon (0211) 770 71 · Telex 9 582 722

Fußgängerbereiche und ihre Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr

Lotz, Georg

Gründe für die Einrichtung von Fußgängerbereichen – Auswirkungen auf den übrigen Verkehr, insbesondere den ÖPNV – Forderungen des ÖPNV bei der Einrichtung von Fußgängerbereichen.

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 81/82, 84

DK 351.812.1/.3 : 656.34.052.439
: 656.142 : 711.553.5 : 625.711.5

4. Verkehrsausstellung Essen 1975

Vorschau auf Ausstellung und Vortragsveranstaltung

Müller, K.-W.

Generalthema der Ausstellung „Der mobile Mensch“ – 5 Kernschauen, darunter „Stadt und Verkehr“, „Reiseverkehr“, „Güterverkehr“ – Vortragsveranstaltungen „Verkehr und Technik der Schiene und Straße“.

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 84, 86

1 Bild

DK 061.43(430-2.33)„1975“
: 656 : 656.34 : 711.553.1

Neue Zielvorgaben für die Deutsche Bundesbahn

Reineck, Willi

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 88

DK 382.15(430.1)„313“
: 656.2.031(430.1)„313“

Zielvorgaben für die Bundesbahn

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 89

Verkehrsentwicklung in 1974 und 1975

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 89

Schnellbahn-Automation und „der letzte Mann“ am Zuge

Vukan R. Vuchic, Übersetzung von Manfred Weber

Vorteile und Nachteile des automatischen Zugbetriebs – Das Problem des letzten Mannes der Zugmannschaft – Ist eine Vollautomation realistisch – Automation bei neuartigen Nahverkehrssystemen – Schlußfolgerungen.

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 90, 92, 94

1 Bild

DK 65.011.56 : 625.45-52
: 625.45.018.7-519 : 629.1.066

U-Bahn Nürnberg auf längerer Strecke

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 94

Betriebspraxis und Rationalisierung

Wie man beim Einbetonieren schotterloser Gleise Temperaturkräfte beherrscht

Braitsch, Hans

Das Problem – Lösungsmöglichkeiten – Verfahren und Erfahrungen in Köln – Allgemein zweckmäßiges Vorgehen.

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 95/96, 98/99

7 Bilder

DK 625.042.2/.3 : 625.143.48.042.2/.3
: 625.142.45 : 625.143.59

Ausgründung des Verkehrsbetriebes aus der Stadtwerke Wolfsburg AG

Gründe und Verfahren

Strickrodt, Johannes

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 99/100

DK 061.5(430-2.293)WVG
: 351.812.1/.3.071.1(430-2.293)

Der Stapler „aus dem Karton“

Spangenberg, Gustav

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 100

1 Bild

DK 621.868.258.5-182.66

Die Bedienungs- und Beförderungsqualität bei den Hamburger Schnellbahnen

Runkel, Martin

Qualitätsmerkmale des ÖPNV: Bedienungsqualität, Beförderungsqualität – Das Fahrplanangebot im Hamburger Schnellbahnnetz in bezug auf Fahrplankontakt (innere und äußere Stadtbereiche sowie Außengebiete) und Sitzplatzangebot auf den einzelnen S-Bahn- und U-Bahn-Linien – Ausblick.

V+T 28. Jahrgang (1975)
Heft 3, Seite 101/106

2 Bilder

DK 656.34.002.612(430-2.2)
: 656.34.072.6(430-2.2)
: 351.812.1/.3(430-2.2)
: 656.34.052.439(430-2.2)

Aus der Industrie,
Seite 106/107

Tagungen, Seite 108

Umschau, Seite 108

Unfallverhütung, Seite 109

Aus den Betrieben, Seite 109

Berg- und Seilbahnen, Seite 110

Persönliches, Seite 110

Buchbesprechung, Seite 111

Auf Schienen und Straßen



KIEPE ELEKTRIK GMBH

Tochtergesellschaft der ACEC,
einem Mitglied der
Westinghouse Electric Gruppe
4 Düsseldorf 13 · Postfach 13 0540

Bitte besuchen Sie uns auf der
4. Verkehrsausstellung Essen
— 15. — 23. März 1975 —
auf dem Gemeinschaftsstand
des ZVEI

**im Nahverkehr bewährt:
Fahrzeugelektrik von KIEPE**

Seit mehr als 50 Jahren
im Dienste Öffentlicher Verkehrsbetriebe

Langjährige Erfahrung
bürgt für Qualität

Unser Name gibt Garantie!

BROSE Rollbandbeschilderung

handbetätigt

automatisch (DBP)

neu die von uns für den Standardbus
entwickelten Standardrollbandapparate
nunmehr aus **Kunststoff**

dadurch Preissenkung
leicht, wartungsfrei, geräuscharm
Kunststoff-Zahnradgetriebe oder
Schraubenradgetriebe

in Kürze Seiten- und Anbaugeräte, unsere langjährige
Entwicklung, in **Kunststoff** leicht, formschön,
allen Sicherheitsvorschriften genügend

neu Für Fahrgastmeldeanlagen:
Transparentgeräte „Wagen hält“ aus
Kunststoff, Türsteuerungsgerät
aus **Kunststoff**
— extrem leicht, formschön, preisgünstig —

völlig neu Bänderdruckerei
Kombination zwischen hauseigenem
Dreifachdruck und Siebdruck
Eildienst, Änderungs- und Reparaturdienst
Spezialbandbefestigung m. Kantenentlastung
äußerste Haltbarkeit der Bänder

neu Brose-Rollband-Kassetteneinrichtung
durch Wechselkassetten
unbegrenzte Fahrtziel-Kapazität, hand-
betätigt — automatisch

**verbessert
in Kürze** Brose-Mehrbandgeräte mit beträchtlichen
Vorteilen
auch diese Apparate automatisch

C. BROSE & CO.

56 Wuppertal-Elberfeld
Opphofer Straße 13—21
Telefon (0 21 21) 44 43 66