Hybride Weichensteuerung

Autor(en): **Covo, Christian**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **92 (2001)**

Heft 7

PDF erstellt am: **30.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-855681

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Hybride Weichensteuerung

Linienkodierte Weichensteuerung im Pilotbetrieb

Das Central ist einer der wichtigsten Tramkreuzungspunkte der Stadt Zürich. Hier verkehren Tramzüge der Linien 3, 4, 6, 7 und 10. Die am Central eingesetzten Weichen sind halbautomatisch, werden also vom Wagenlenker bzw. der Wagenlenkerin per Funksignal gestellt. Gelegentlich muss auch von Hand nachgeholfen werden. Im Oktober 2000 ereignete sich ein auf menschliches Versagen zurückzuführender Unfall, bei welchem ein Schaden von 70 000 Franken entstand: eine Weiche wurde in die falsche Fahrtrichtung gestellt. Dies veranlasste die Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ) dazu, Abklärungen durchzuführen, inwieweit automatisch gesteuerte Weichen für grosse Plätze und komplexe Verkehrssituationen eine höhere Sicherheit bringen können.

Christian Covo

Im Rahmen eines Pilotversuchs am Zürcher Central (Bild 1) soll die Praxistauglichkeit und die Akzeptanz der automatischen linienkodierten Weichensteuerung ermittelt werden. Die im Pilotbetrieb verwendete und nachfolgend beschriebene Weichensteuerung wird anlässlich einer Gesamterneuerung zurzeit im ganzen Netz installiert.

Der Pilotversuch

Bisher musste der Fahrer bei Bedarf die Weiche durch einen Knopfdruck im Fahrzeug (Weichenstelltaste) umstellen. Dies hatte direkt über der gelb markierten Empfangsantenne vor der Weiche zu erfolgen. Zur Entlastung des Fahrers, der dadurch seine Aufmerksamkeit vermehrt dem bewegten Verkehr widmen kann, besteht die Möglichkeit, die Weiche auf Grund der ausgesendeten Liniennummer der Tramfahrzeuge gezielt zu stellen. Statt des Stellbefehls wird dabei bei regulären Linienfahrzeugen die Liniennummer ausgewertet und die Weiche auf Grund des Streckenplanes in die richtige Lage gebracht oder sofort in dieser verschlossen, wenn sie schon richtig liegt.

Der Pilotversuch wird am Central an zwei direkt hintereinander liegenden Weichen durchgeführt (W61 und W63 in Bild 2). Das Verkehrsaufkommen am Central ist sehr hoch: Die Teststrecke wird täglich von rund 750 Tramzügen passiert. Zudem wird sie vom Individualverkehr gekreuzt, und wegen der vielen haltenden Trams (fast die Hälfte der regulären Tramlinien) sind sehr viele Fussgänger im Haltebereich unterwegs.

Kritisch an diesem Betrieb ist nicht der automatische Betrieb an sich, sondern die Randbedingungen:

- Die vom Bordrechner kommende Liniennummer muss korrekt sein, sonst sind die Behinderungen grösser als der Nutzen.
- Eine klare Signalisation ist nötig: Der implizite Stellbefehl wird dauernd ausgesendet. Die Empfangsantenne darf deshalb erst befahren werden, wenn die Weiche freigefahren und in der Grundstellung ist: Dies wird dem Fahrer bzw. der Fahrerin mit dem neuen Mehrbegriffssignal angezeigt (Bild 3).
- Nicht fahrplanmässig verkehrende oder Umleitungen fahrende Trams müssen als solche erkannt werden. Diese Fahrzeuge müssen die Weiche konventionell mit der Weichenstelltaste beeinflussen. Dasselbe gilt für Unterhaltsfahrzeuge.
- Die Linienkode-Zuordnungstabelle muss auch nach dem Austausch von Baugruppen erhalten bleiben.
- Trotz sehr zuverlässigem automatischem Stellen muss beachtet werden, dass im Trambereich immer wieder Fremdkörper ein korrektes Umlaufen (siehe Glossar) der Weichen verhindern. Deshalb müssen Signal und Zungen nach wie vor konsequent beobachtet werden.

Auf Grund des guten Versuchsverlaufs in den ersten Wochen wurde der Pilotversuch dahingehend erweitert, dass von der ersten Antenne aus nach Möglichkeit eine Fahrstrasse gestellt wird.

Fahrstrassen

Durch die Bildung von Fahrstrassen lässt sich der Verkehrsfluss weiter erhöhen. Dabei sind normale Fahrstrassen – wie im Bahnbetrieb üblich – auf Grund der grossen Zugfolgedichte nicht realisierbar. Auch fehlt ein übergeordnetes System, welches diese Fahrstrassen stellt und auflöst. Im aktuellen Pilotversuch am Central wird beim linienkodierten Stellen der ersten Weiche zugleich auch die Fol-

Bild 1 Das Central ist einer der von öffentlichen Verkehrsmitteln am meisten befahrenen Plätze in Zürich.

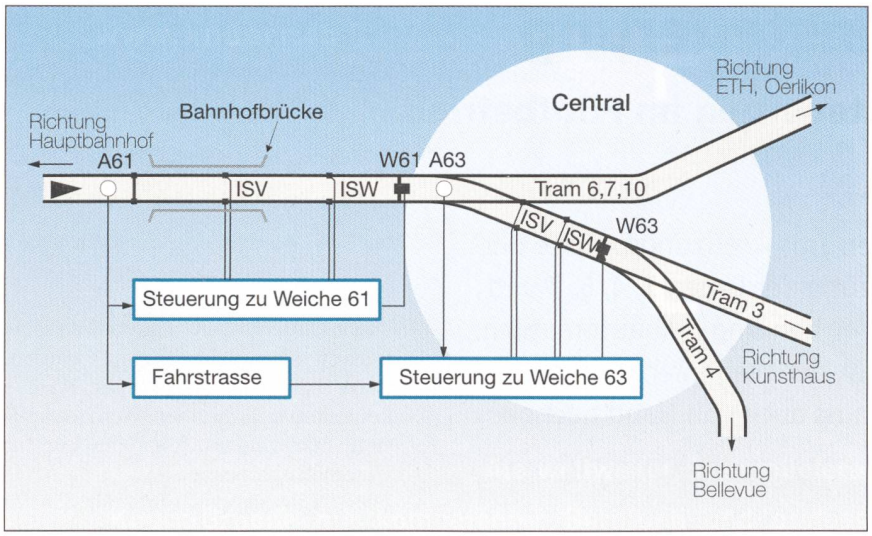

Bild 2 Schematische Darstellung der Linienführung am Central

A61, A63: Empfangsantennen. W61, W63: Weichen, Lage der Antriebe. ISV (Vorschienenisolierung), ISW (Weichenisolierung): Gleisfreimeldung mittels Gleisstromkreisen

geweiche gestellt, falls sie frei ist. Für den Fahrer oder die Fahrerin erübrigt sich dadurch das Abbremsen vor der zweiten Weiche, und er oder sie kann beide zügig passieren. Ist die zweite Weiche nicht frei, reagiert sie nicht auf die Stellanforderung, die auch nicht gespeichert wird. Für den Fahrer bzw. die Fahrerin verhalten sich die beiden Weichen dann wie zwei völlig unabhängige Systeme.

Basis dieses Pilotbetriebs ist die nachfolgend beschriebene Weichensteuerung.

Anforderungen an die neue Weichensicherung

Im Rahmen einer Modernisierung der Einzelweichensteuerungen der VBZ entstand Bedarf nach einer geeigneten Weichensicherung. Unter Beibehaltung aller Funktionen der bestehenden Weichensicherung wurde eine grundlegend neue Sicherung konzipiert. Die Hauptmerkmale dieser neuen Anlage sind:

- Hybrider Aufbau mit Prozessortechnik und Sicherheitsrelais, Sicherheitsklasse AK5 (siehe Glossar) für das gesamte System.
- Äusserst kompakter Aufbau mit diagnose- und servicefreundlichen Einschubbaugruppen.
- Variable Stellmöglichkeiten mittels induktiver Befehlsübertragung, wobei sowohl das alte SSB-System (Single Side Band bei 138 kHz) als auch das neue digitalkodierte FSK (Frequency Shift Keying bei 124 kHz) parallel betrieben werden können.
- Flexibel einsetzbar als Einzelweichensteuerung auf Sicht (d.h. vom Tramführerstand aus), in Fahrstrassen im Depotbereich (wo alle Weichen vom Stellwerk kontrolliert werden) oder verknüpfbar mit Folgeweichen bei speziellen Anordnungen von mehreren Weichen (wie etwa Diensteinfahrten, Wendeschlaufen oder Wendedreiecke).
- Eine grosse Anzahl von Steuerein- und -ausgängen sollen auch die einfache Realisierung von speziellen Aufgaben erlauben:
  - Verlängerung oder gemeinsame Nutzung von Isolierungen: Isolierungen (siehe Glossar) sollten immer länger sein als der längste Achsabstand des längsten Fahrzeuges. Bei direkt aufeinander folgenden Weichen ist dies oft nicht möglich. Am Central (Bild 2) wäre es möglich, die Weichenisolierung der ersten Steuerung (ISW, W61) in die Vorschienenisolierung der zweiten Steuerung (ISV, W63) einzufügen und damit den Umstellschutz zu erhöhen.
  - Veto- und Ergänzungseingänge für die Isolierungen (z.B. Lichtschranken von Torschliessanlagen, Waschanlagen).
  - Externe Eingänge für Weichenverschluss, d.h. Fixieren der Weichenstellung durch ein Stellwerk oder eine Verkehrsregelungsanlage (VRA).
  - Verschlussausgang für Folgeweichen (für Kaskaden, VRA und Rückmeldung zum Stellwerk).
  - Umfangreiche Zustandsmeldungen und Kommunikationsleitungen für die Einbindung in Strassenverkehrssteuerungen.

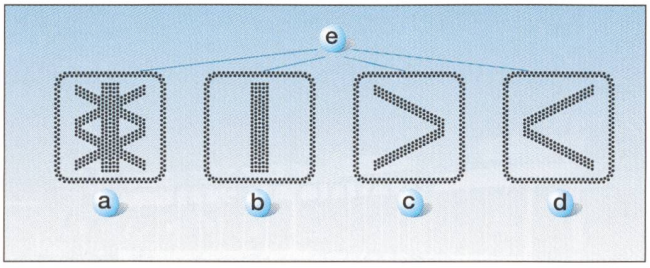

Bild 3 Segmente und Begriffe des Signals

Bild a zeigt alle (überlagerten) Segmente des Signals an. Diese Anzeige wird nicht für die Signalisation verwendet. In Bild b ist das Symbol für die Weichenstellung «geradeaus» dargestellt. Entsprechend zeigen die Bilder c und d eine Weichenstellung nach «rechts» bzw. nach «links». Der geschlossene Rahmen um das Symbol (e) zeigt den Verschluss der Weiche an.

Das Sicherheitskonzept

Um die geforderten Eigenschaften – insbesondere die Kompaktheit und die Komfortfunktionen – zu erfüllen, wurde die Anlage hybrid aufgebaut. Die Komfortfunktionen wurden in den dafür optimal geeigneten Technologien ausgeführt (analog, digital oder programmgesteuert). Für die Gewährleistung der geforderten Sicherheit (AK5) wurde dazu eine Sicherheitsbarriere aus Sicherheitsrelais mit zwangsgeführten Kontakten (siehe Glossar) zwischen die Ablauffunktionen und den Antrieb eingefügt. Dank diesem Hybridaufbau (Komfortfunktionen elektronisch, Sicherheitsfunktionen mittels Relais realisiert) lässt sich das sicherheitsrelevante Verhalten einfach überprüfen.

Die Anlage basiert auf drei Funktionsebenen, deren Zusammenspiel anhand des vereinfachten Beispiels «Stellbefehl» veranschaulicht wird (Bild 4).

Ebene 1

Die erste Ebene stellt die Mess- und Ablaufsteuerung dar. Darin werden mit elektronischen Schaltungen und Prozessoren (Block 1 in Bild 4) Messungen und Abläufe ausgeführt und Entscheidungen gefällt. Die dabei auftretenden elektrischen Potenziale liegen alle im Bereich von 0 bis 24 V und sind auf die Bahnerde bezogen. Für die Versorgung von galvanisch getrennten Elementen wird eine Wechselspannung von rund 10 V/30 kHz (Block 2) erzeugt, die mittels kleiner Impulsübertrager mit hoher Isolierspannung übertragen werden kann.

In dieser Ebene werden Stellanforderungen ausgewertet und auf Plausibilität geprüft und, falls für richtig befunden, an die zweite Ebene weitergeleitet. Soll ein

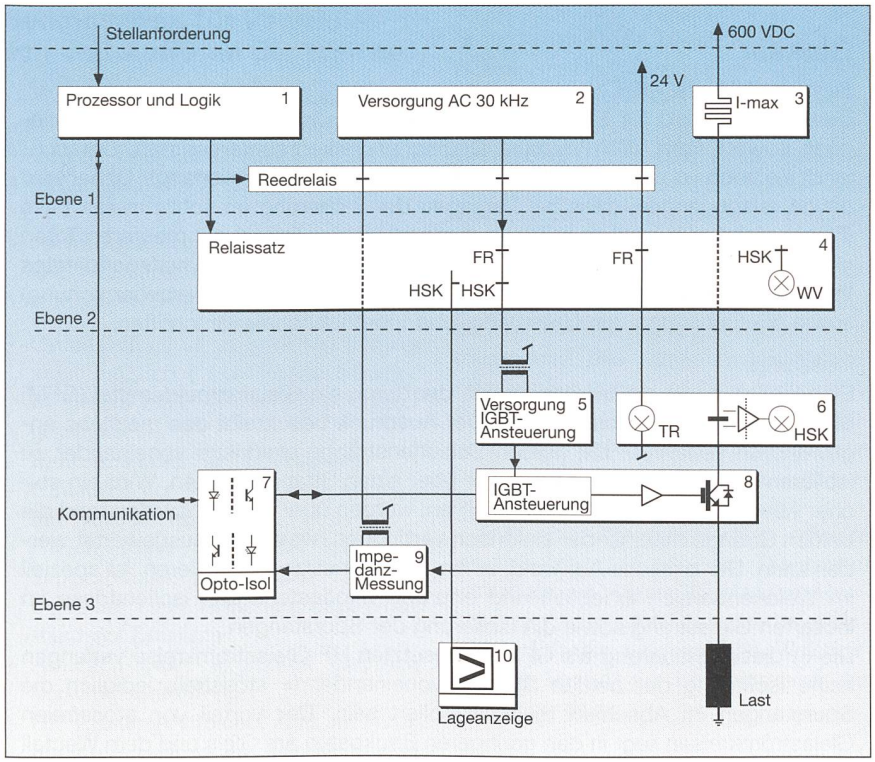

Bild 4 Darstellung der einzelnen Ebenen der Steuerung

Stellbefehl ausgeführt werden, steuert der Prozessor die Reedrelais für die Versorgung der betreffenden Seite (rechts/links) sowie das Trennrelais TR (Block 6) an. I-Max (Block 3) ist ein Sicherungsautomat, der in jedem Falle (bei mehreren gleichzeitigen Fehlern) den Stellstrom nach ca. 6 Sekunden unterbricht.

Ebene 2

Die zweite Ebene wird durch den Relaissatz (Block 4) gebildet und stellt die Sicherheitsebene dar. Sie ist vollständig mit Sicherheitsrelais nach Bahnkriterien aufgebaut. Hier werden die sicherheitsrelevanten Abläufe (vor allem Isolierkontrolle) überwacht. Nur wenn sich die Schaltung der Ebene in der Grundstellung befindet, ist die Weiche stellbar. Das heisst, für ein Zeitfenster von 2 Sekunden wird die Leistungsebene freigeschaltet. Die Einschaltzeitbegrenzung in dieser Ebene unterbricht den Stellbefehl auch dann, wenn die Transistoren zum Beispiel infolge eines Kurzschlusses nicht mehr abschaltbar sind.

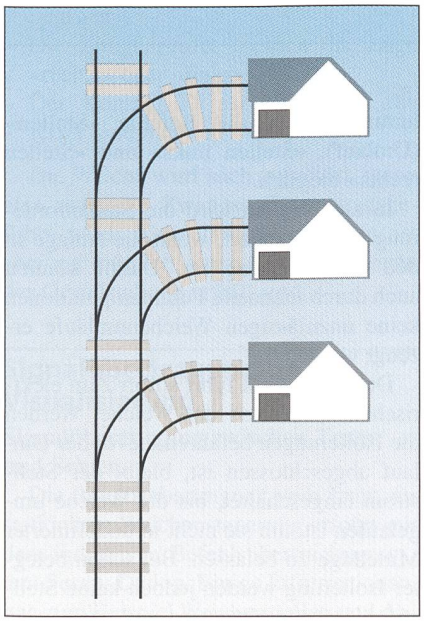

Bild 5 Schematische Darstellung einer Gleisharfe

Ebene 3

Die dritte Ebene besteht aus den elektronischen Leistungsschaltern (Block 8), dem vorgeschalteten Trennrelais TR (Block 6) und der Ansteuerelektronik (Blöcke 5, 7 und 8). Die Leistungsebene ist grundsätzlich auch auf die Bahnerde bezogen, da Betriebs- und Schutzerde identisch sind. Dennoch werden alle Versorgungs- und Steuerleitungen galvanisch getrennt an die Leistungsebene übertragen.

Die elektronischen Stellglieder sind kurzschlusssicher. Eine Impedanzmessung (Block 9) verhindert zusätzlich das Einschalten des Stellstromes bei zu tiefer Lastimpedanz. Eine optisch isolierte Überwachung des Trennkontaktes ist sowohl in die Grundstellungskontrolle als auch in die Ablaufprüfung integriert, so dass Funktionsfehler an diesem Kontakt beherrscht sind.

Mittels eines Vakuumrelais (Relais TR mit Kontakt in Block 6) werden die Leistungs-IGBT[1] ausserhalb des zwei Sekunden langen Zeitfensters vom Netz getrennt. Das Vakuumrelais ist grundsätzlich in der Lage, unter Last sowohl ein- als auch auszuschalten, jedoch mit einer begrenzten Lebensdauer (ca. 2000 Lastspiele). Deshalb erfolgt die Schaltung dieses Relais ausser im Fehlerfall immer stromlos. Eine Schaltung unter Last löst eine Feinsicherung aus, wodurch die Steuerung verschlossen bleibt.

Steuerung für einen breiten Einsatzbereich

Streckenbereich

Die Einzelweichensteuerung im Stadtbereich ist der primär vorgesehene Einsatzbereich dieser Weichensteuerung. Hierbei arbeitet sie völlig autonom und wird direkt über die Fahrleitung versorgt. Die Stellanforderung wird durch ein induktives Befehlsübertragungssystem übermittelt, kann optional aber auch durch einen manuellen Kontakt ausgelöst werden. Die Anzeige der Weichenlage an den Fahrer erfolgt mittels Mehrbegriff-LED-Anzeige. Befindet sich die Weiche im Bereich einer VRA, werden die relevanten Informationen (Istlage, Solllage, Belegung) mit galvanisch getrennten Kontakten an die VRA übergeben. Die speziell für diesen Fall definierte Solllagemeldung erlaubt es der VRA, bei nicht erfolgreichem Stellbefehl (z.B. keine Endlage wegen eingeklemmter Gegenstände wie Büchsen, Glassplitter oder Zigarettenstummel zwischen der beweglichen Weichenzunge und dem festen

Eckdaten der Steuerung

Die Steuerung ist vollständig in 19"-Einschubtechnik realisiert, wobei zwei unterschiedliche Ausführungen (Normalrack 3 HE, 85 TE, ca. 500 ×135×280 mm, oder Kompaktrack 6 HE, 41 TE, ca. 320×270×250 mm) eingesetzt werden. Die weiteren Kenndaten der bei C+S AG in Hagendorn entwickelten und gefertigten Anlage (Baugruppen) sind:

- Als Antriebe können sowohl Hubmagnete (600 V/15 A) als auch Gleichstrommotoren (750 V) geschaltet werden.
- Die Weichensteuerung ist typengeprüft nach prEN 50125-3/Draft 1.1 und vom BAV zugelassen.
- Der Temperaturbereich beträgt –24 °C bis +70 °C.

Gleisstrang) die Verkehrsflüsse richtig zu leiten, bis der Fahrer das Problem manuell behoben hat.

Kaskaden

Bei Verknüpfungen können mit minimalem zusätzlichem Aufwand mehrere Weichen zu einer «Betriebsfahrstrasse» verbunden werden. Diese wird durch die erste Weiche gestellt und erst nach korrektem Befahren und Freiwerden aller Weichen wieder aufgelöst. Die Weichen einer solchen Fahrstrasse können bis zur Auflösung nicht gestellt werden.

Depotbereich

Im Depotbereich können die Steuerungen direkt miteinander verknüpft oder durch eine übergeordnete Stellwerkanlage kontrolliert werden. Die zahlreichen Ein- und Ausgangssteuerleitungen ermöglichen eine leichte Konfiguration der Steuerung.

Bei Betrieb an einem Stellwerk sind die üblichen Anwendungen wie Stellen, Verschliessen, Fahrstrassen-Verschliessen und -Auflösen sowie Zwangsauflösung (nach Verschliessen ohne Befahren) möglich.

Die engen Platzverhältnisse bei Gleisharfen (Bild 5) oder Abstellgleisen verhindern häufig die Dimensionierung von normalen Isolierungen (siehe Glossar). Dank der gemeinsamen Nutzung von Isolierungen durch zwei Steuerungen oder auch mit der Ergänzung um eine dritte Isolierung kann hier einfach Abhilfe geschaffen werden.

Glossar

Sicherheitsklasse AK5
Diese Klasse wird für Einzelweichensteuerungen mit formschlüssiger Festlegung sowohl vom VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Deutschland) als auch vom BAV (Bundesamt für Verkehr, Schweiz) verlangt. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei Versagen der Sicherung im schlimmsten Falle (Flankenfahrt, d.h. seitlicher Zusammenprall zweier Trams) mit mehreren Toten gerechnet werden muss. Die Klasse 5 verlangt u.a. ein sicherheitsgerichtetes Verhalten (fail safe) bei allen einzeln auftretenden Fehlern (Fehlerbeherrschung) sowie die Einhaltung von Unterhalts- und Inbetriebnahmevorschriften.

Isolierung
Eine Isolierung ist ein Gleisabschnitt, der durch ein Gleisfreimeldemittel (GFM) überwacht und freigemeldet wird. Der Ausdruck beschreibt das meistens angewendete Verfahren, die beiden Schienenstränge elektrisch voneinander zu isolieren und den Traktionsstrom nur über einen Strang zu leiten. Wird ein solcher Abschnitt von einer Achse befahren, werden über den Achswiderstand die beiden Stränge miteinander elektrisch verbunden, was leicht ausgewertet werden kann. Der bauliche Aufwand, einen Schienenstrang zu isolieren, ist speziell im Weichenbereich erheblich und erfordert mindestens drei Isolierstösse im isolierten Gleisstrang sowie die Isolierung der Spurstangen.
Die in dieser Steuerung als GFM eingesetzten HF-Gleisstromkreise verlangen keine Isolierung der beiden Stränge voneinander (= stossfrei), lediglich die Spurstangen im Abschnitt müssen isoliert sein. Der Vorteil von stossfreien Gleisstromkreisen liegt in den geringeren Baukosten am Gleis und dem Wegfall des Unterhaltes für die Stösse.

Sesam Dialog
Sesam Dialog wird im ganzen Kanton Zürich für die Bevorzugung des öffentlichen Verkehrs eingesetzt. Dabei werden von jedem Fahrzeug zyklisch (ca. 20 Telegramme pro Sekunde) Statusinformationen übermittelt.

Sicherheitsrelais
Sicherheitsrelais mit zwangsgeführten Kontakten weisen immer sowohl Ruhe- als auch Arbeitskontakte auf. Die Zwangsführung garantiert das «break before make»-Prinzip, auch im Fehlerfalle (Öffnen vor Schliessen). Wird also zum Beispiel ein Arbeitskontakt durch einen zu hohen Strom verschweisst, bleiben alle Ruhekontakte des Relais auch bei Wegfall der Erregerspannung offen, da «break» nicht mehr möglich ist.

Umlauf
Positionierung einer Weiche in eine neue Lage, z.B. von der rechten in die linke Position.

Die Detailfunktionen der Weiche

Grundstellung

Nach Einschalten der Betriebsspannung wird die Steuerung unter folgenden Bedingungen in die Grundstellung gebracht:

- Die Isolierungen sind frei und können sich abgleichen (dauert ca. 20 Sekunden).
- Es liegt keine Stellanforderung vor, d.h. es wird keine Änderung der Weichenstellung verlangt.
- Es liegt eine Lagemeldung vor, d.h. die Weiche befindet sich mechanisch in Endlage.
- Es liegt keine externe Verschlussanforderung eines übergeordneten Stellwerks oder einer VRA vor.
- Der Trennrelaiskontakt ist offen, und die 600-V-Versorgung der Antriebe ist vorhanden.

Ein eventuell fehlerhaft dauernd anliegender Stellbefehl durch die nicht (Bahn-)sicheren (siehe Glossar: Sicherheitsrelais) Empfängerbaugruppen führt also nicht zu einem Umlaufen der Weiche, sondern zum Verschluss.

Stellbefehl

Ein Stellbefehl kann durch folgende Aktionen ausgelöst werden:

- Empfangen eines Stellbefehls durch den Empfänger Sesam Dialog (siehe Glossar)
- Manuelles Betätigen der lokalen Stelltaste
- Verbinden der entsprechenden externen Steuerleitung mit +24 V

Stellrichtung

Sowohl mit dem Sesam-Dialog-Empfänger als auch über die externen Steuerleitungen sind die Befehle «Stellen» (Umlauf), «Stellen links» und «Stellen rechts» möglich.

In allen Fällen wird die Stellanforderung nur akzeptiert, wenn die Anlage in der Grundstellung ist. Damit können auch durch manuelle Fehlmanipulationen keine unzulässigen Weichenumläufe erzeugt werden.

Der Stellbefehl führt sofort zum elektrischen Verschluss der Weiche. Werden die Isolierungen befahren, bevor der Umlauf abgeschlossen ist, bleibt der Stellstrom eingeschaltet, bis die Weiche umgelaufen ist, um sie nicht in undefinierter Mittellage zu belassen. Bei schon belegter Isolierung werden jedoch keine Stellanforderungen akzeptiert und auch keine gespeichert.

Bedingungen für Verschliessen und Auflösen der Weiche

Wenn die Weiche (elektrisch) verschlossen ist, akzeptiert sie keine Stellanforderung und kann, entsprechend der Anzeige, gefahrlos befahren werden.

Verschliessen der Weiche

Die Weiche wird unter folgenden Bedingungen verschlossen:

- Grundstellung ist wegen eines Fehlers nicht möglich (siehe Grundstellung): In diesem Falle ist das Signal dunkel geschaltet
- Eintreffen einer Stellanforderung
- Umlaufen der Weiche (auch manuell mit Weicheneisen)
- Gleichzeitiger Verlust der Lagemeldungen «links» und «rechts»
- Belegung einer Isolierung ohne vollständiges Befahren
- Anliegen einer expliziten externen Verschlussanforderung
- Die Leistungshalbleiter sind am Netz: In diesem Falle ist die Anzeige dunkel geschaltet, da dann immer mit dem Fliessen von Stellstrom gerechnet werden muss.

Auflösen der Weiche

Die Weiche wird wieder aufgelöst, wenn alle nachfolgenden Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- Die Isolierkontrolle hat das korrekte Befahren und Freiwerden der Isolierungen festgestellt.
- Die Stellanforderung ist nicht mehr vorhanden.
- Es liegt keine externe Verschlussanforderung vor.
- Eine externe Verschlussanforderung liegt vor.
- Die Zungenprüfer melden die Lage «rechts» oder «links».
- Der Kontakt TR ist offen, d.h. die IGBT sind nicht am Netz.

Die Weiche wird auch aufgelöst, wenn eine manuelle Zwangsauflösung ausgeführt wird. Eine Zwangsauflösung ist aber nur möglich, wenn die Bedingungen der Grundstellung erfüllt sind.

Signalübertragung und Visualisierung

Signalübertragung zwischen Tram und Schiene

Die Befehlsübertragung vom Tram zur stationären Weichensteuerung erfolgt mit dem induktiven Befehlsübertragungssystem Sesam Dialog. Einige Informationen, wie zum Beispiel Weichenstellen und Abfahrtsbereitschaft, können vom Wagenlenker bzw. der Wagenlenkerin manuell beeinflusst werden. Die meisten Informationen – z.B. Linien-, Kurs- und Zielnummer, Türöffnung, Blinker, Fahrzeuglänge – werden jedoch direkt vom Bordrechner bzw. vom Fahrzeug übernommen. Damit sind die Voraussetzungen gegeben, die Tramweichen automatisch linienkodiert zu stellen.

Technisch erfolgt die Telegrammübermittlung durch ein FSK-moduliertes Signal von 124 kHz, welches induktiv übertragen wird. Das Signal wird durch eine ringförmige Sendeantenne unter dem Wagenboden abgestrahlt und von Bodenschlaufen aufgenommen. Die überbrückbare Distanz beträgt nur 1–2 m, was für diese Anwendung optimal ist.

Für die Weichenstellung müssen weitere Informationen im Telegramm enthalten sein: erster Triebwagen, Fahrzeugtyp (Tram oder Gleisunterhaltsfahrzeug). Für die automatische Weichenstellung kommt die Liniennummer des Fahrzeugs dazu.

Die Weichensignale

Zur Anzeige der Lage und des Verschlusses wird ein Mehrbegriffssignal verwendet (Bild 3). Softwaregesteuerte Matrixanzeigen erfüllen die Sicherheitsanforderung der AK5 nicht, da der dargestellte Begriff nicht überprüft werden kann. Da sich LED jedoch sehr gut für eine solche Anzeige eignen, wurde eine Lösung gesucht, bei der LED wie Glühlampen überprüfbar angesteuert werden. Wegen der Überschneidung der Symbole musste auch hier wieder auf Sicherheitsrelais zurückgegriffen werden, um die einzelnen Segmente gesichert ein- bzw. auszuschalten. Auf Wunsch des Kunden wird die Helligkeit der LED über einen grossen Bereich (rund 100:1) der Umgebungshelligkeit angepasst.

Ereignisprotokollierung

Eine optionale Ereignisprotokollierung zeichnet mit einer Zeitauflösung von 10 ms jeden Zustandswechsel (ca. 40 digitale Signale) innerhalb der Steuerung auf. Die Endlosaufzeichnung auf PCMCIA-Karten speichert auch bei grossem Verkehrsaufkommen die Daten von mindestens einem Monat. Es ist geplant, diese Informationen für Servicezwecke und Betriebsstatistiken via Natel D abrufbar zu machen. Mit GPRS steht dazu seit kurzem die optimale Technologie zur Verfügung.

Stromversorgung

Die Stromversorgung versorgt die gesamte Weichensteuerung mit Niederspannung. Der Leistungsbedarf der Steuerung selber beträgt ca. 15 W. Da die Stromversorgung eine Nennleistung von 100 W über den ganzen Temperaturbereich hat, kann sie somit zusätzliche externe Geräte versorgen.

Die Baugruppe arbeitet bei einer Eingangsspannung von 450 bis 780 V. Ausserhalb dieses Bereiches ist sie ausgeschaltet. Eine temperaturgesteuerte Ventilatorkühlung wird bei Bedarf eingeschaltet. Im Falle eines unzulässigen Temperaturanstiegs, was auf einen gravierenden Fehler schliessen liesse, wird die Last abgetrennt, und lediglich der Ventilator bleibt in Betrieb. Eine Wiedereinschaltung ist erst nach Ausschaltung möglich.

Adresse des Autors

C+S AG, Flurstrasse 20, 6332 Hagendorn: *Christian Covo*, dipl. El.-Ing. HTL, Tel. 041 783 07 70, covo.ch@covo.ch

[1] IGBT = Insulated Gate Bipolar Transistor

Commande d'aiguilles hybride

Exploitation pilote d'une commande d'aiguille à codage de ligne

Le Central est un des points nodaux les plus importants du réseau de tramway de la ville de Zurich. C'est ici que se croisent les lignes 3, 4, 6, 7 et 10. Les aiguillages au Central sont semi-automatiques, c'est à dire qu'ils sont commandés par le conducteur du tram par signal radio. Quelquefois, il faut également donner un coup de main. Après un accident dû à une défaillance humaine, les transports publics de Zurich (VBZ) ont examiné la mesure dans laquelle des aiguillages à commande automatique pourraient améliorer la sécurité sur les grandes places et dans des situations complexes de circulation.