

Rechner sichern Steuerung bei 200 km/h

Mit der Linienbeeinflussung werden Signale in den Führerstand gefunkt

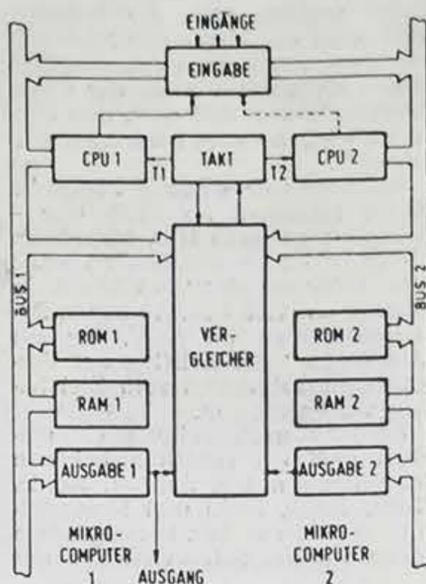
Bei Zuggeschwindigkeiten über 160 km/h werden mit Linienzugbeeinflussung (LZB) Signale auf den Führerstand des Triebfahrzeuges übertragen. In redundanter Anordnung verwendet man hochintegrierte Bausteine als Mehr-Rechnersysteme in modernen Stellwerken. Die Datenerfassungsebene von rechnergestützten Zugüberwachungen für Fernstrecken wird künftig modular aufgebaut sein.

Eisenbahntechnik und Nachrichtentechnik sind eng miteinander verknüpft. Der zum Transportfluß synchrone Informationsfluß ist unabdingbare Voraussetzung für ein leistungsfähiges Verkehrsunternehmen. Informieren, Disponieren, Lenken und Steuern sind die Anwendungsgebiete der Informatik bei der Eisenbahn. Der technische Fortschritt auf dem Gebiet der Mikrocomputer hat eine Entwicklung eingeleitet, die die Signaltechnik in diesem Jahrzehnt grundlegend verändern wird.

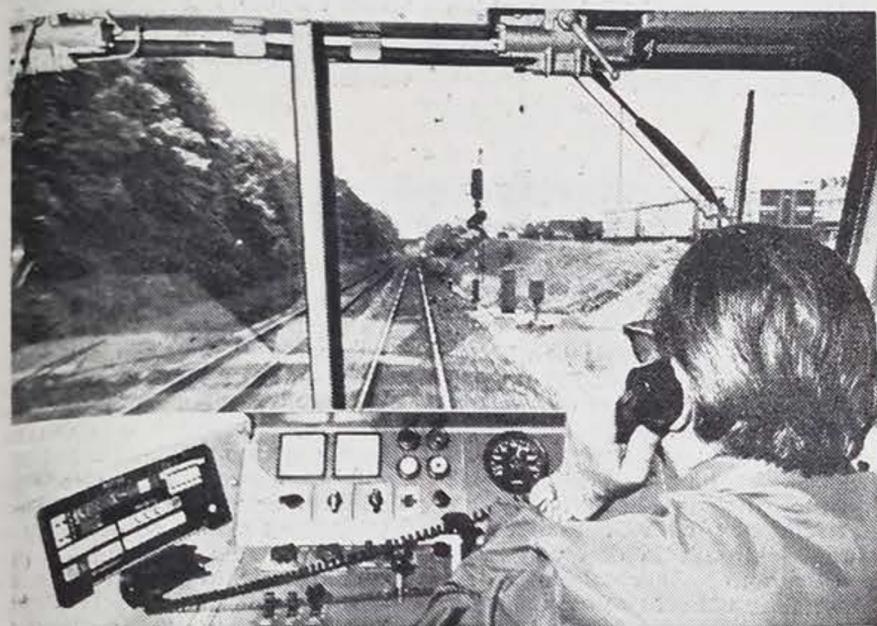
Das Bindeglied zwischen Fahrzeug und Fahrweg sind die neben dem Gleis stehenden Signale. Sie geben dem Triebfahrzeugführer alle Informationen über die zu fahrenden Geschwindigkeiten. Um dem Triebfahrzeugführer das Sicherheitsrisiko so weit wie möglich abzunehmen und ihn in seinem Fahrverhalten zu unterstützen, wurde bei der DB die induktive Zugsicherung (Indusi) eingeführt. Bei Ge-

die Leistungsfähigkeit der Strecken erhöht und den Lokführer von den ortsfesten Signalen unabhängig macht. Dieses System kann über Linienleiter im Gleis oder später auch über Rundfunk betrieben werden. Funk-Sender und -Empfänger sind auf dem Fahrzeugdach und an den Fahrleitungsmasten installiert. Auf der Strecke Hamburg-Bremen wurde die Funk-LZB bereits 1979 mit Erfolg getestet.

Auf dem Gebiet der Stellwerkstechnik leitete das Druckstellenwerk, kurz Dr-Stellwerk genannt, vor mehr als 30 Jahren einen enormen Fortschritt ein. An die Stelle des mechanischen Verschlußregisters trat beim Dr-Stellwerk eine elektrische Logikschaltung, an die Stelle des mechanischen also der elektrische Verschluß. Relais mit zwangsgeführten Kontaktsätzen steuern den Stromlauf und stellen sicher, daß nach Bedienen der Start- und Zielaste auf dem Stell-



Mikrocomputer haben kein „Fail-safe“-Verhalten (schützende Zurückweisung). Um sie dennoch an sicherheitsverantwortlicher Stelle einsetzen zu können, werden sie in redundanter Anordnung als Mehr-Rechnersystem verwendet. Beim Mikrorechnersystem „Simis“ – hier das Blockschaltbild – verarbeiten zwei Rechner parallel und von einem Generator synchron getaktet dieselben Eingangsdaten nach identischen Programmen zu Steuerungsinformationen. Bild: Verfasser



Über 8000 Lokomotiven und Triebwagen sind bereits, wie hier ersichtlich, mit Zugbahnfunk ausgerüstet; auf allen wichtigen Strecken besteht damit jederzeit Verbindung zwischen Lokführer und Zentrale. Foto: Rossberg

schwindigkeiten über 160 km/h reicht diese Technik nicht mehr aus. Man hat sich ab diesem Geschwindigkeitswert für die Linienzugbeeinflussung mit Führerstandsignalisierung (LZB) entschieden.

1978 gingen erstmals bei der DB Prozeßrechnersysteme für die sichere Steuerung der Züge mit Tempo 200 zwischen Hamburg und Bremen in Betrieb. Seit 1979 verkehren täglich etwa 130 Züge mit 200 km/h auf rund 300 km Schnellfahrstrecken.

Mit der LZB werden alle Informationen aus dem Stellwerk abgegriffen, wie etwa die Stellung der Signale und Schrankenbäume einschließlich der automatischen Gleisfreimeldeanlagen. Die daraus abgeleiteten Führerstandsignale bieten dem Lokführer eine Streckenvorschau von 5 km, was ein wirtschaftliches Fahren ermöglicht.

Fahrstellung des Hauptsignals automatisch ablaufen. Folgende Sicherheitsüberlegungen liegen dabei zugrunde:

Mit dem Auftreten von Fehlern ist zu rechnen. Die Anlagen müssen einen automatischen Mechanismus zum Erkennen von Einzelfehlern haben. Bei erkannten Fehlern sind sofort und selbsttätig Sicherungsmaßnahmen einzuleiten. Nach dem Prinzip der schützenden Zurückweisung (Fail-safe-Prinzip) sperren die von einem Fehler betroffenen Anlagenteile die Fahrfreigaben, bei denen sie mitwirken. Wenn die Fehleroffenbarungszeit ausreichend kurz ist, braucht mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mit dem Hinzukommen eines zweiten Fehlers gerechnet zu werden, der mit dem ersten zusammen zu einem gefährlichen Zustand führt.

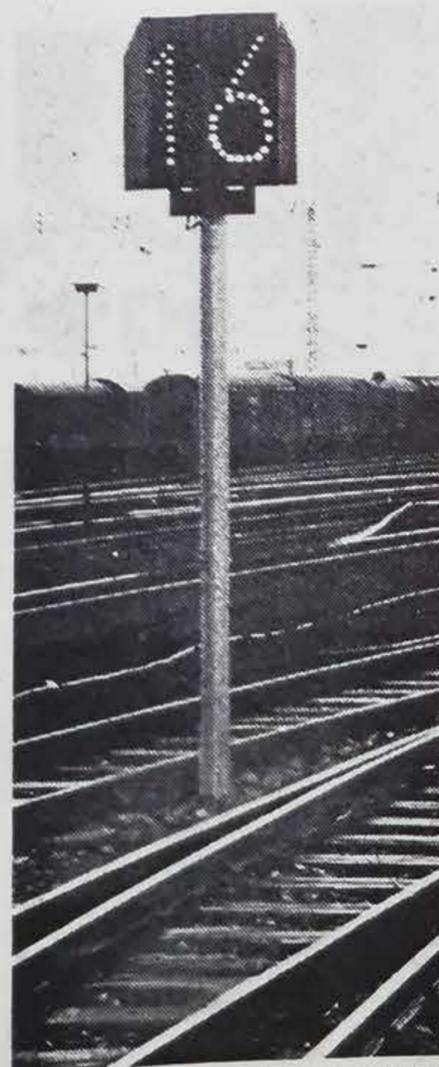
Bahn-Signale mit Lichtleitern vereinfachen das Anzeigesystem

Glasfasern als Lichtleiter werden in einem neuartigen Geschwindigkeitsanzeiger angewandt, der kürzlich in Frankfurt vorgestellt wurde. Das Signal soll als Zusatzanzeiger (Zs 3) im Zusammenhang mit dem künftigen Sk-System (Signalkombinations-System) der Deutschen Bundesbahn (DB) angewandt werden.

Bei diesem System sind Hard/Fahrt- und Geschwindigkeitsbegriffe nicht mehr wie bisher kombiniert, sondern werden durch getrennte Signale angezeigt. Dadurch wird das Signalsystem vereinfacht, die Zahl der erforderlichen Lichtpunkte erheblich verringert und die Signalisierung entsprechend rationalisiert. Die Sk-Signale enthalten nur noch maximal drei Lichtpunkte (rot, gelb, grün). Dabei bedeutet Rot = Halt; Gelb = Fahrt, am folgenden Signal Halt erwarten; Grün = Fahrt, am folgenden Signal Fahrt erwarten. Die zulässige Geschwindigkeit wird, sofern sie niedriger ist als im Buchfahrplan angegeben, durch Zusatzanzeiger mit leuchtenden Ziffern signalisiert, wobei die angezeigte Zahl jeweils mit dem Faktor zehn zu multiplizieren ist.

In konventionellen Zusatzanzeigern werden diese leuchtenden Zahlen durch zahlreiche, mit jeweils einer Glühlampe bestückte Lichtpunkte gebildet. Die Zusatzanzeiger benötigen dagegen für jede ein- oder zweistellige Zahl nur noch eine optische Einrichtung. Sie besteht aus einer patentierten Doppeloptik und benutzt gewöhnliche Signalgühlampen mit Doppelwendel; brennt die Hauptwendel durch, schaltet sie automatisch die zweite Wendel ein, während bei der überwachenden Betriebsstelle eine entsprechende Meldung ausgelöst wird.

Raroros



Die vom Zusatzanzeiger signalisierte Zahl wird von nur einer Glühlampe. Sie hilft von Lichtleitern erzeugt. Sie bedeutet hier, daß der Zug die Geschwindigkeit von 160 km/h (Faktor zehn) fahren soll. Foto: Rossberg

Diese Sicherheitsanforderungen haben dem Einsatz konventioneller Elektronik bislang wirtschaftliche Grenzen gesetzt. Wie sieht aber der Sicherheitsnachweis für den Mikrocomputer aus?

Mikrocomputer besitzen kein Fail-safe-Verhalten. Den hochintegrierten Bausteinen kann ein solches Verhalten auch nicht gegeben werden, ohne zugleich wesentliche Kostenvorteile zu verlieren. Um sie dennoch an sicherheitsverantwortlicher Stelle einsetzen zu können, werden sie nach heutigen Erkenntnissen in redundanter Anordnung als Mehr-Rechnersystem verwendet. Beim sicheren Mikrorechnersystem „Simis“ verarbeiten zwei Mikrorechner parallel und von einem Generator synchron getaktet dieselben Eingangsdaten nach identischen Programmen zu Steuerungsinformationen. Der Gleichschritt der beiden Prozessoren ermöglicht es, alle Daten auf den internen Leitungen miteinander zu vergleichen, und den Taktgenerator nur dann zur Abgabe der nächsten Impulse anzuregen, wenn sich beide Rechner beim vorangegangenen Impuls identisch verhalten haben. Macht ein Rechner einen Fehler, so findet keine weitere Datenverarbeitung im System statt, und an den Ausgängen werden nur noch Signale ohne Sicherheitsfunktion im Sinne des Fail-safe-Verhaltens abgegeben.

Stellwerk bedient ein Mikrocomputer

Bei den führenden europäischen Eisenbahnverwaltungen, so auch bei der DB, liegen diesbezügliche Entwicklungskonzepte vor. Es ist zu erwarten, daß Ende der 80er Jahre ein Stellwerk mit Mikrocomputerschaltung serienmäßig und wirtschaftlich gebaut werden kann.

Auch die Betriebsleittechnik ist weiter entwickelt worden. Rechnergestützte Zugüberwachungen für hochbelastete Fernstrecken und Betriebsleitzentralen für S-Bahnen wurden in München und Stuttgart gebaut. Von den Stellwerken aus nehmen die Informationen ihren Weg zu Prozeßrechnern, die sie verarbeiten und auf Datensichtgeräten in der Zentrale zur Anzeige bringen. In Stuttgart verkehren die S-Bahn-Züge weitgehend auf dem vorhandenen Streckennetz der DB mit anderen Personen- und Güterzügen gemischt. In ungefähr 20 Knoten verflechten sich diese Zugfahrten. Es entstand die Betriebsleitzentrale für die Dispositionen, in der ständig und unmittelbar der Zuglauf überblickt und bei Unregelmäßigkeiten korrigiert werden kann. Dieses rechnergestützte System, das nicht signaltechnisch sicher zu sein braucht, wird derzeit auf die Fernbahnstrecken der Direktion Stuttgart ausgedehnt.

Seit wenigen Wochen befindet sich der integrierte Arbeitsplatz für die Zugüberwachung der Strecke München-Treuchtlingen im Betriebstest. Bereichsübersichten mit Standort der Züge im Überwachungsbereich und die Darstellung der Zeitwegelinien mit Soll-Ist-Vergleich, also z.B. der Verspätungsmi-

nuten mit Angabe der Zugnummer, geben dem Disponenten bei Konfliktsituationen die Informationen über die Korrektur des Zuglaufs. Rechnergestützte Zugüberwachungen für Fernstrecken werden künftig in der Datenerfassungsebene modular aufgebaut sein. Die Aufgaben der Zuglaufverfolgung, der Zuglenkung und der Zugzielanzeige auf den Bahnsteigen für die Reisenden lassen sich in Mikrocomputer verlagern, die dezentral in den Stellwerken angeordnet sind. Die technologische Entwicklung zum Mikrocomputer wird die Eisenbahnsignaltechnik in den nächsten tiefgreifend verändern. Dadurch wird eine weitere Stufe der Automation und Rationalisierung erreicht werden.

Ludwig Wehner