

Übertragbarkeit US-amerikanischer Betriebsverfahren auf europäische Verhältnisse

Seit nunmehr fast zwei Jahrzehnten erleben die US-amerikanischen Eisenbahnen einen bemerkenswerten Aufschwung. Der wirtschaftliche Erfolg weckt dabei zunehmend das Interesse europäischer Bahnbetreiber. Dieser Beitrag beleuchtet die Frage, inwieweit den bei US-Bahnen üblichen Betriebsverfahren Anregungen für den europäischen Bahnbetrieb entnommen werden können.

Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Jörn Pachtl

Geschäftsführender Leiter des Instituts für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung (IfEV), Techn. Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig. —

Anschrift: Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung, Pockelsstr. 3, D-38106 Braunschweig.



1 Einleitung

Die nordamerikanischen Eisenbahnen finden als wirtschaftlich erfolgreiche, vertikal integrierte Eisenbahnunternehmen zunehmend das Interesse europäischer Bahnbetreiber. Neben rein kommerziellen Aspekten ist dabei vor allem die Frage interessant, inwieweit aus den US-amerikanischen Betriebsgrundsätzen wertvolle Anregungen für einen kostengünstigen Betrieb europäischer Bahnen abgeleitet werden können. Dabei ist zunächst festzustellen, dass unter europäischen Eisenbahnfachleuten über die Grundzüge des nordamerikanischen Bahnbetriebes abgesehen von Allgemeinplätzen (wenig Personenverkehr, lange Güterzüge auf überwiegend eingleisigen Strecken, Betriebsregelung durch Dispatcher) vielfach nur wenig bekannt ist. Das verwundert auch nicht, denn die Unterschiede zwischen dem europäischen und dem amerikanischen Bahnbetrieb beruhen auf einer völlig anderen Sichtweise des Systems Bahn. Man kann die Situation kaum treffender charakterisieren als ein Kommandeur der US-amerikanischen Eisenbahntruppen, die im 2. Weltkrieg die Betriebsführung auf einigen Strecken in Europa und Nordafrika übernahmen, von dem angesichts der Konfrontation mit europäischen Betriebsverfahren das folgende Zitat stammt: „We are confronted with an operating procedure that is far apart from ours as is the North pole from the South. [1]“

Im Folgenden wird versucht, die wesentlichen Grundzüge des amerikanischen

Eisenbahnbetriebes zu beschreiben, wobei insbesondere auf die entscheidenden Unterschiede zu den europäischen Grundsätzen eingegangen wird. Ausgehend davon werden erste Ansätze abgeleitet, welche Aspekte der US-amerikanischen Betriebsweise für europäische Bahnbetreiber besonders interessant sein dürften. Ausgeklammert wird die Thematik der Signalsysteme, deren Behandlung einen eigenen Beitrag erfordern würde.

2 Entwicklung der Betriebsverfahren bei US-Bahnen

2.1 Grundlegende Betriebsverfahren

Timetable & Train Order

Das Fahren im festen Raumabstand, das sich bei europäischen Bahnen bereits in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts weitgehend durchgesetzt hatte, war in Amerika wegen der Weite des Landes und der dünnen Besiedlungsdichte (zwischen örtlich besetzten Betriebsstellen konnten durchaus mehrere hundert Meilen Strecke liegen) zunächst nicht anwendbar. Statt dessen wurde ein als *Timetable & Train Order* bezeichnetes Betriebsverfahren entwickelt, das als ein ausgesprochenes Charakteristikum des amerikanischen Eisenbahnbetriebes anzusehen ist und sich ohne wesentliche Modifikationen bis in die 80er Jahre des 20. Jahrhunderts als Standardverfahren auf nichtsignalisierten Strecken, die in den USA einen erheblichen Teil des Streckennetzes umfassen, behauptet

hat. In den letzten 15 Jahren hat *Timetable & Train Order* mit dem Aufkommen modernerer Verfahren erheblich an Bedeutung verloren, es wird auf einigen Strecken aber auch heute noch verwendet. Von wenigen Ausnahmen abgesehen sind vergleichbare Betriebsverfahren bei Bahnen außerhalb des amerikanischen Kontinents unbekannt. Eine Beschreibung der Grundgedanken des Verfahrens *Timetable & Train Order*, das auch alle weiteren Betriebsverfahren maßgeblich beeinflusst hat, ist daher von essentieller Bedeutung für ein Verständnis des amerikanischen Eisenbahnbetriebes.

Der entscheidende Grundgedanke dieses Verfahrens besteht darin, die Zugfolge durch den Fahrplan zu sichern, d.h. dem Faktor Zeit unmittelbare Sicherheitsverantwortung zuzubilligen. Der Folgefahrerschutz wird dabei durch das in der Frühzeit der Eisenbahn auch in Europa angewandte Fahren im Zeitabstand bewirkt. Ein Zug darf dabei einem voraus fahrenden Zug nur in einem Mindestzeitabstand folgen, der so bemessen ist (in der Regel 10 min), dass das Zugpersonal eines Zuges, der liegengeblieben ist oder seine Fahrt unerwartet verlangsamt, in der Lage ist, diesen Zug gegen nachfolgende Züge schützen. Dazu ist es erforderlich, dass alle Züge mit besetztem Zugschluss fahren. Güterzüge führen zu diesem Zweck einen besonderen Zugschlusswagen, den „caboose“. Wenn ein Zug seine Geschwindigkeit auf weniger als die Hälfte der zulässigen Geschwindigkeit reduziert, schützt das Personal des „caboo-

se“ den Zug gegen das Auffahren nachfolgender Züge, indem in kurzen Abständen brennende Leuchtkugeln („fuses“) mit einer definierten Brenndauer hinter dem Zug ins Gleis geworfen werden. Ein Zug, der in seinem Gleis auf eine brennende Leuchtkugel trifft, hat unverzüglich zu halten. Nachdem die Leuchtkugel ausgebrannt oder nicht mehr zu sehen ist, darf der Zug weiterfahren, er muss jedoch eine Meile (ca. 1,6 km) auf Sicht fahren, bevor er wieder auf die zulässige Geschwindigkeit beschleunigen darf. Kommt ein Zug außerhalb seiner planmäßigen Halte unerwartet zum Stehen, wird der Zug gegen nachfolgende Züge gesichert, indem ein Zugsicherer eine festgelegte Strecke zurück geht und dort auf den Schienen Knallkapseln („torpedos“) befestigt. Anschließend wartet er auf halber Distanz mit einer Signalflagge, bis ihn der Lokführer zum Zug zurückruft. Beim Überfahren einer Knallkapsel gelten die gleichen Vorsichtsmaßnahmen wie beim Passieren einer Leuchtkugel. Dieses Verfahren ist auf Strecken mit reinem Güterzugbetrieb noch heute zugelassen. Die in Bild 1 dargestellten diesbezüglichen Illustrationen entstammen keinem historischen Dokument sondern der aktuellen GCOR-Fahrdienstvorschrift vom 2.4.2000 [2].

Die Realisierung des Gegenfahrtschutzes folgt dem Grundsatz, dass, ein Zug auf einer Kreuzungsstation erst abfahren darf, wenn alle planmäßig abzuwartenden Gegenzüge eingetroffen sind. Damit sich dadurch im Verspätungsfall keine extremen Folgeverspätungen aufbauen, wurde ein äußerst ausgefeiltes System von Vorrangregeln („superiority rules“) entwickelt, mit dem die Zugpersonale bei Verspätungen selbständig von der planmäßigen Zugreihenfolge abweichen und Kreuzungen auf andere Stationen verlegen dürfen. Dazu muss es möglich sein, zwischen jeweils zwei Zügen stets eine eindeutige Vorrangentscheidung zu treffen. Maßgebend für den Vorrang ist zunächst die so genannte Klasse („class“) des Zuges. Bei bei Zügen gleicher Klasse, wird pauschal eine Richtung („direction“) priorisiert. Der Richtungsvorrang wird bei unterschiedlichen Klassen durch den Vorrang der Klasse überstimmt („class supersedes direction“). Darüber hinaus hat der für jede Strecke als fahrdienstleitende Instanz eingesetzte Dispatcher die Möglichkeit, den Vorrang der Züge durch Vergabe von Rechten („rights“) zu ändern, die sowohl die Klasse als auch die Richtung überstimmen („right super-

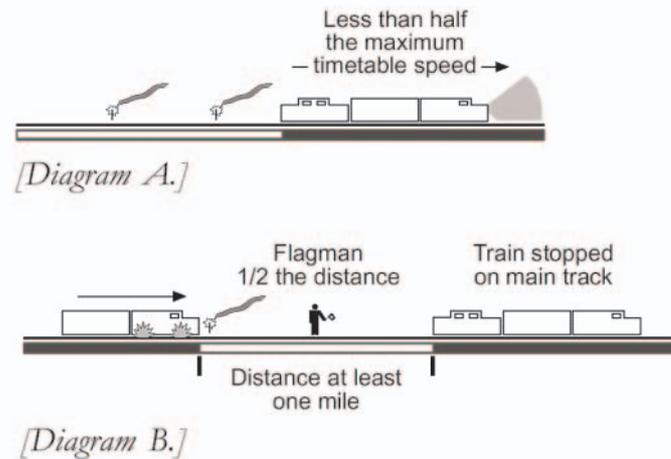


Bild 1: Illustration aus der GCOR-Fahrdienstvorschrift zur Sicherung des Fahrens im Zeitabstand

sedes class and direction“). Ein Zug, der auf einer Kreuzungsstation vergeblich auf den planmäßigen Gegenzug wartet, darf, sofern er eine höhere Priorität als der Gegenzug besitzt, nach Ablauf einer vorgeschriebenen Wartezeit abfahren, ohne dass der Gegenzug eingetroffen ist. Ein Gegenzug höherer Priorität ist jedoch in jedem Fall abzuwarten. Wenn die Verspätung eines Zug einen bestimmten Wert überschreitet und es kommt ein Gegenzug höherer Priorität entgegen, so darf der Zug nicht mehr bis zur planmäßigen Kreuzungsstation vorfahren, sondern muss eine Kreuzungsstation wählen, in der er dem Gegenzug noch sicher ausweichen kann. Dazu verfügen die Zugpersonale über Fahrpläne, die alle Züge der Strecke enthalten. Vor Plan fahren ist streng verboten, daher lässt sich für jede voraus liegende Kreuzungsstation sicher sagen, wann ein Gegenzug diese frühestes erreicht haben kann.

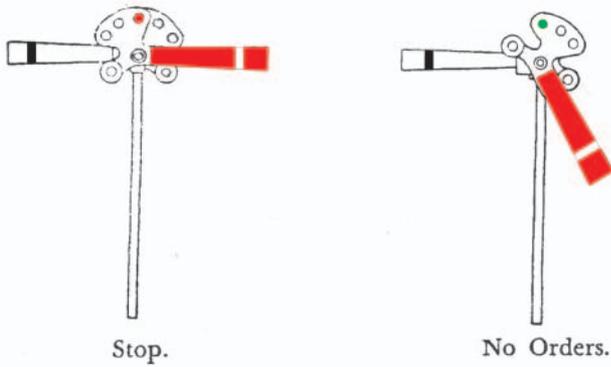
Die Kreuzungsstationen sind meist unbesetzt und nur mit ortsgestellten Weichen ausgerüstet, die in Grundstellung auf das durchgehende Hauptgleis weisen und durch Handverschluss gesichert sind. Bei einer Kreuzung werden die Weichen vom Zugpersonal des Zuges, der das Kreuzungsgleis benutzt, abgeschlossen und umgestellt. Dabei ist sicherzustellen, dass spätestens 5 min vor der frühestmöglichen Ankunft des Gegenzuges der Fahrweg durch das durchgehende Hauptgleis frei und gesichert ist. Nach Ausfahrt aus einem Kreuzungsgleis ist die Weiche wieder in Grundstellung zu bringen und zu verschließen. Bei einer Kreuzung hat stets der Zug niedrigerer Priorität das Kreuzungsgleis zu benutzen und dem höher priorisierten Zug Durchfahrt über das durchgehende Hauptgleis zu gewähren. Ein ähnliches Procedere gilt auch für Überholungen, wobei nach Durchfahrt des überholenden Zuges bis zur Weiterfahrt zusätzlich der für das Fahren im Zeitabstand vor-

geschriebene Mindestzeitabstand abzuwarten ist.

Diese Grundsätze führen dazu, dass sich der Betrieb einer Strecke sozusagen von selbst regelt, ohne dass fahrdienstleitende Instanzen mitwirken müssen. Trotzdem hat der Dispatcher die Möglichkeit, in den Betrieb einzugreifen, um den Betrieb bei größeren Unregelmäßigkeiten durch Eingriff in die Rangordnung der Züge flüssig zu halten (entweder durch Vergabe von „rights“ oder durch Verlegen planmäßiger Kreuzungen und Überholungen) oder um zusätzliche Züge einzulegen. Der Dispatcher teilt seine Weisungen den Zugpersonalen durch schriftliche Befehle, so genannte Train Orders, mit. Wo kein Zugfunk zur Verfügung steht, werden die Train Orders telegrafisch oder fernmündlich zu örtlich besetzten Train Order Stationen übermittelt, auf denen sie von einem Mitarbeiter den Zugpersonalen ausgehändigt werden. Train Orders, die zu einer Änderung der Zugreihenfolge führen, dürfen nur bei Halt des Zuges übergeben werden, andere auch während der Fahrt, wofür spezielle Übergabevorrichtungen verwendet werden. Die betreffenden Stationen sind mit Train Order Signalen ausgestattet, die einem Zug anzeigen, dass er Train Orders aufnehmen soll. Diese Signale ähneln äußerlich Hauptsignalen, sie begrenzen jedoch keinen Zugfolgeabschnitt und sind meist in der Mitte der Station angeordnet, wobei die Flügel für beide Fahrrichtungen am selben Mast angebracht sind (Bild 2).

Die Notwendigkeit des Einlegen zusätzlicher Züge ergibt sich einerseits bei Sonderzügen und andererseits beim Teilen schwerer Züge in mehrere Sektionen, die dann als physisch getrennte Züge unter gleicher Zugnummer (mit einem Zusatz zur Kennzeichnung der Sektion) unmittelbar aufeinander folgen. Unter ungünstigen Umständen

Train Order Signal



Kennzeichnung von Sonderzügen

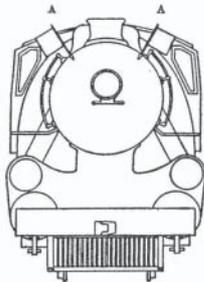


FIG. 16.—Running forward by day as an extra train. White flags at A A.

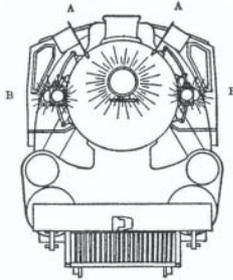


FIG. 17.—Running forward by night as an extra train. White flags at A A and white lights at B B.

Kennzeichnung von in mehreren Sektionen verkehrenden Zügen

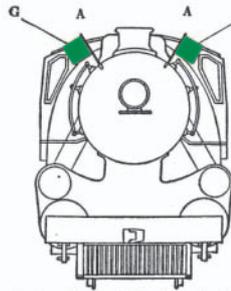


FIG. 12.—Running forward by day displaying signals for a following section. Green flags at A A.

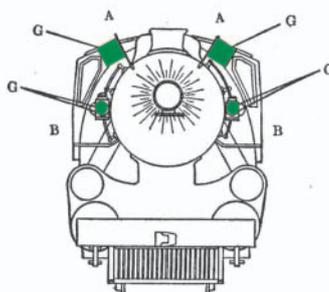


FIG. 13.—Running forward by night displaying signals for a following section. Green flags at A A and green lights at B B.

kann es passieren, dass es nicht gelingt, alle auf der Strecke befindlichen Züge zeitgerecht über das Verkehren zusätzlicher Züge zu unterrichten. Daraus können unmittelbar Betriebsgefahren erwachsen, wenn ein Zug auf einer Kreuzungsstation einen entgegen kommenden zusätzlichen Zug, über den er nicht unterrichtet ist, für seinen planmäßig abzuwartenden Gegenzug hält. Deshalb werden alle zusätzlichen Züge durch besondere Spitzensignale kenntlich gemacht. Sonderzüge führen an der Zugspitze zwei weiße Flaggen. Bei in mehreren Sektionen verkehrenden Zügen führen alle Sektionen mit Ausnahme der letzten an der Zugspitze zwei grüne Flaggen. Als Nachtzeichen werden Lichter der entsprechenden Farbe geführt (Bild 2).

Auf Strecken mit Timetable & Train Order können größere Knoten durchaus mit Hauptsignalen und Stellwerken ausgerüstet sein. Die Hauptsignale dienen dabei jedoch nicht zur Regelung der Zugfolge sondern zeigen nur an, dass der durch die gegenüber liegenden Hauptsignale begrenzte Fahrstraßenknoten (die so genannten „interlocking limits“, Bild 3) befahren werden darf. Der Standort des örtlich besetzten Stellwerks ist in der Regel zugleich Train Order Station und mit Train Order Signalen ausgerüstet.

Die hohe Sicherheitsfunktion des Faktors Zeit führt dazu, dass die Sicherheit des Bahnbetriebes auch von der Ganggenauigkeit der Uhren abhängt. Eine gewisse Bekanntheit erreichte ein Frontalzusammenstoß im dem Jahre 1891 bei Kipton (Ohio), der dadurch verur-

Bild 2: Signalmittel im Verfahren Timetable & Train Order nach [4]

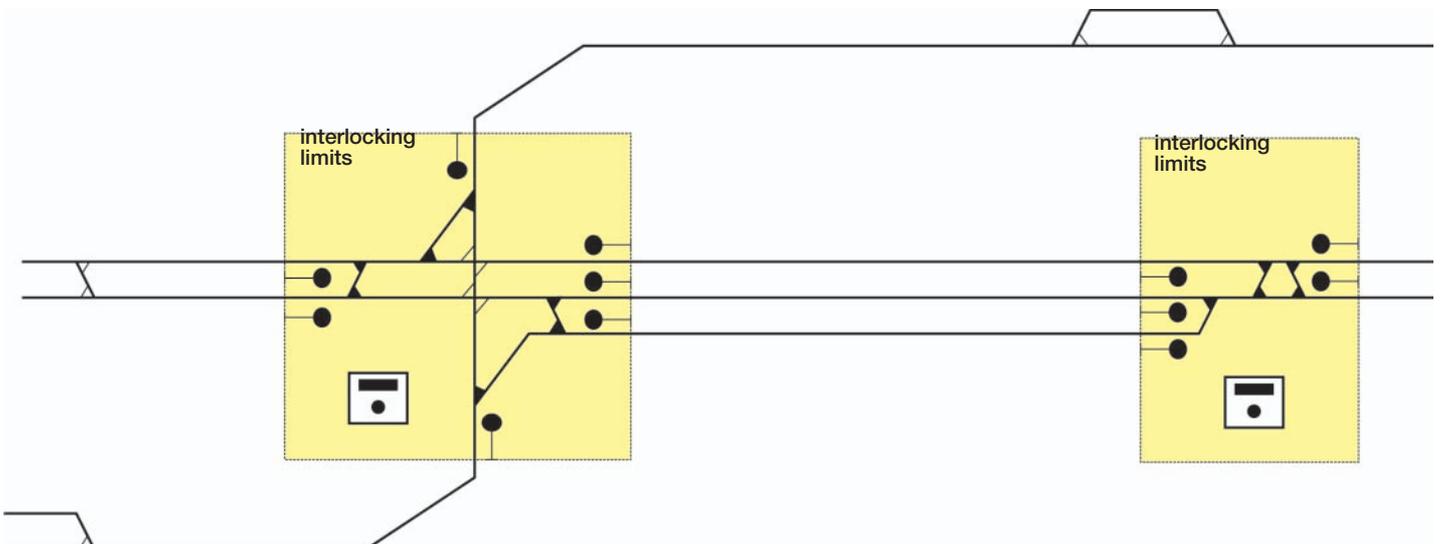


Bild 3: Beispiel für „interlocking limits“

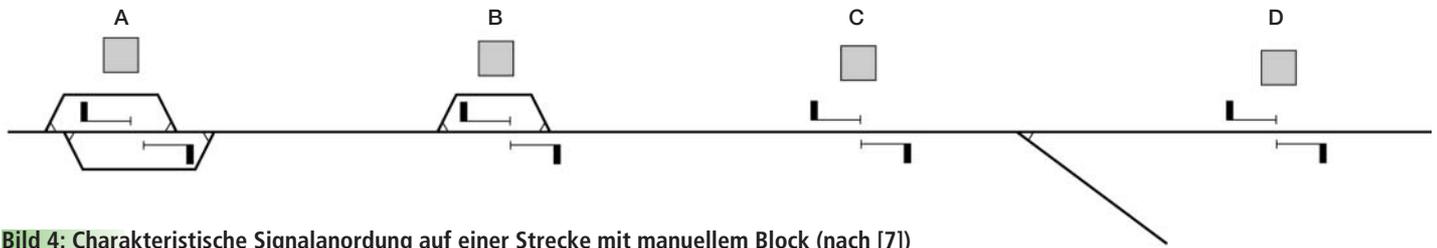


Bild 4: Charakteristische Signalanordnung auf einer Strecke mit manuellem Block (nach [7])

sacht wurde, dass die Uhr eines Lokführers 4 min nachging [3]. In der Folge wurden besondere Anforderungen für die im Bahnbetrieb zugelassenen Uhren festgelegt. Für eine weitergehende und umfassende Beschreibung des Verfahrens Timetable & Train Order wird auf [4] verwiesen.

Manuelle Blocksysteme

Auf Strecken mit dichter Zugfolge stößt das Fahren im Zeitabstand schnell an seine Grenzen. Insbesondere in den dichter besiedelten östlichen Gebieten der USA hat man daher auf hoch belasteten Strecken frühzeitig Blocksysteme nach europäischem Vorbild eingerichtet. Die Bezeichnung Block bzw. Blocksystem darf jedoch nicht mit dem deutschen Begriff Streckenblock gleichgesetzt werden. In der angelsächsischen Terminologie (nicht nur in den USA) wird jede Art des Fahrens im Raumabstand als Blocksystem bezeichnet, auch wenn die Sicherung nur auf nichttechnischem Wege durch Meldeverfahren bewirkt wird. Auch ist stets nur von Block und nicht von Streckenblock die Rede, da es bei amerikanischen Bahnen keine Analogie zum deutschen Begriff des Bahnhofs und der darauf aufbauenden Unterscheidung zwischen Bahnhof und freier Strecke gibt (siehe Abschnitt 4). Das Blocksystem ist ohne Unterbrechung auf dem gesamten durchgehenden Hauptgleis einer Strecke eingerichtet. Beim manuellen Block überwiegt die Sicherung durch Meldeverfahren, technische Blockabhängigkeiten sind eher selten. Die beim Verfahren Timetable & Train Order erläuterten Vorrangregeln gelten in der Regel auch auf Strecken mit manuellem Block, ein Zug darf auch bei Fahrt zeigendem Blocksignal nur abfahren, wenn die Beachtung der Vorrangregeln dem nicht entgegen steht („block signal indications do not supersede the superiority of trains“). Der Dispatcher regelt den Betrieb wie gehabt mit Train Orders, die Blocksignale sind nur ein Sicherheits-Overlay zu den „superiority rules“. Für einzelne Strecken können jedoch auch andere Festlegungen getroffen werden. Im Unterschied zu europäischen Blocksystemen kann ein Blockabschnitt über einen einmündenden

den Fahrweg auch durch seitliches Einfahren ohne Passieren eines Hauptsignals belegt werden. Genauso kann ein Block über einen abzweigenden Fahrweg auch durch seitliches Ausfahren geräumt werden, ohne dass der Zug ein Hauptsignal passiert. Das Blocksystem ist in der Regel nur auf dem durchgehenden Hauptgleis einer Strecke ohne Einbeziehung von Kreuzungs- und Überholungsgleisen eingerichtet (Bild 4). Bei der Einfahrt in ein Kreuzungs- oder Überholungsgleis wird der betreffende Blockabschnitt durch seitliches Ausfahren geräumt und bei der Ausfahrt durch seitliches Einfahren belegt. Der örtliche Mitarbeiter darf die Ausfahrt aus einem Kreuzungs- oder Überholungsgleis nur zulassen, wenn der Blockabschnitt, in den seitlich eingefahren wird, frei ist. Im Bereich größerer Knoten können auch Stellwerke mit signalabhängigen Fahrstraßen entsprechend den bereits erläuterten „interlocking limits“ vorhanden sein. Dabei gelten die den Fahrstraßenknoten deckenden Hauptsignale zugleich als Blocksignale des folgenden Blockabschnitts.

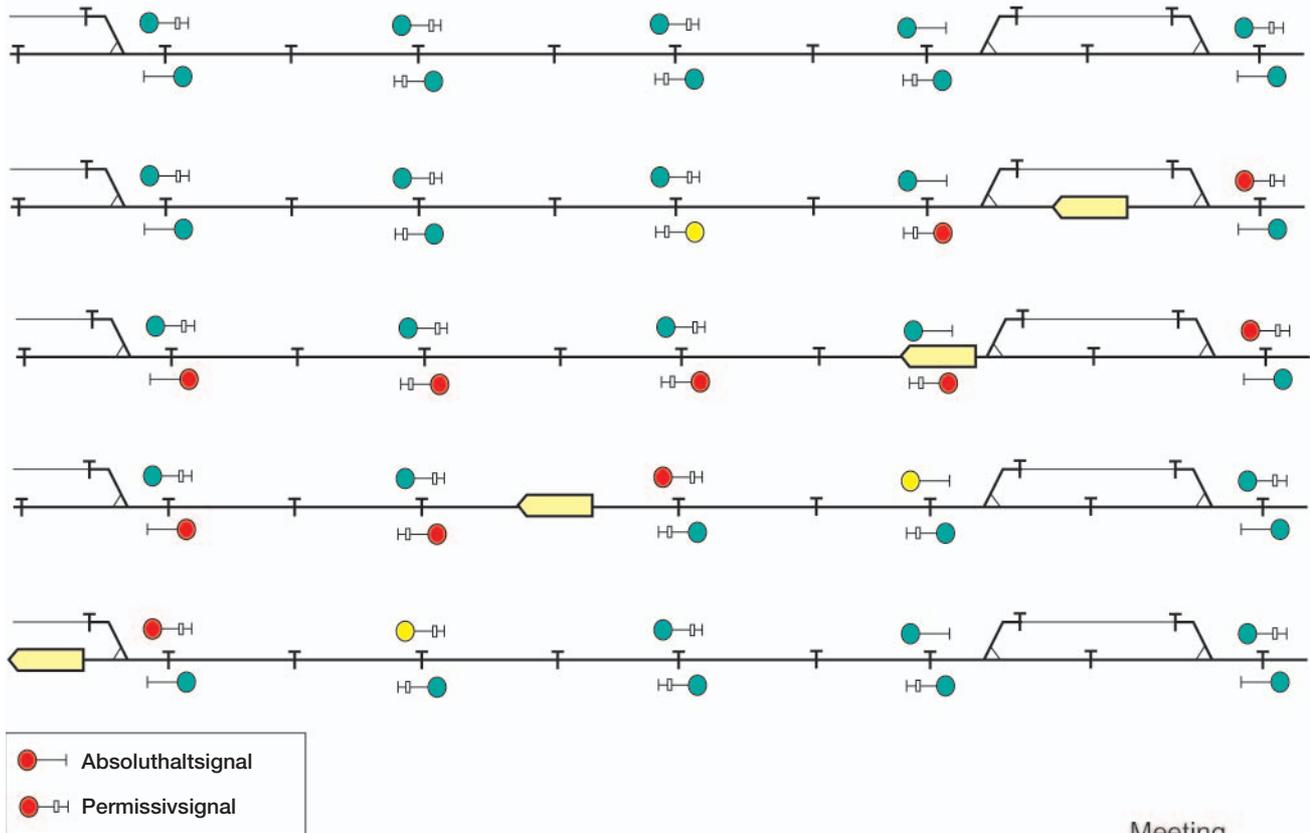
Selbsttätige Blocksysteme

Die Entwicklung der nordamerikanischen Sicherungstechnik wurde maßgeblich durch die Erfindung des Gleisstromkreises beeinflusst (Robinson 1872). Im Gegensatz zur deutschen Sicherungstechnik, die entscheidend durch die Erfindung des im angelsächsischen Raum vollkommen unbekanntes Blockfeldes geprägt wurde, was bei deutschen Bahnen zur Entwicklung und Perfektionierung nichtselbsttätiger Blockanlagen führte, basierte bei den nordamerikanischen Bahnen die technische Sicherung des Raumabstandes von Anfang an auf der Verwendung von Gleisstromkreisen. Einen nichtselbsttätigen Block im deutschen Sinne hat es bei US-Bahnen nie gegeben. Es gab zwar einige Strecken, bei denen Abhängigkeiten zwischen benachbarten Blockstellen eingerichtet waren, dabei wurde auf Strecken mit Zweirichtungsbetrieb jedoch zumindest der Gegenfahrtschutz nicht mittels Erlaubniswechsel sondern mittels einer durchgehenden selbsttätigen Gleisfreimeldeanlage bewirkt. Derartigen Anlagen werden als gesteuerter

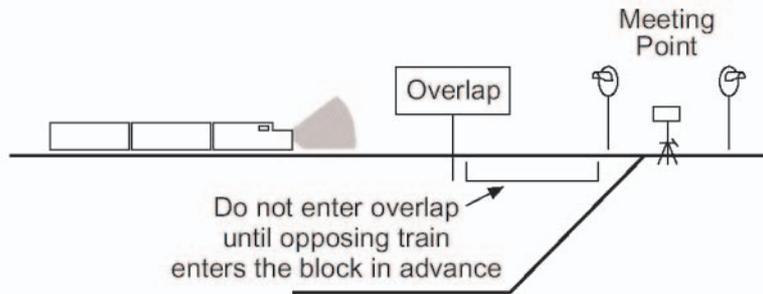
manueller Block („controlled manual block“) bezeichnet [5].

Im 19. Jahrhundert begann auch bereits die Entwicklung selbsttätiger Blockanlagen auf der Basis von Gleisstromkreisen. Auf stark befahrenen Hauptstrecken breiteten sich selbsttätige Blockanlagen in einem rasanten Tempo aus, nach [7] waren im Jahre 1911 bereits 30.000 km Strecke mit selbsttätigem Block ausgerüstet. Auch auf Strecken mit selbsttätigem Block blieb vielfach der Grundsatz erhalten, dass die „superiority rules“ durch die Signalbegriffe nicht außer Kraft gesetzt werden. Wie beim nichtselbsttätigen Block dienen die Blocksignale nur als Sicherheitsoverlay zum Verfahren Timetable & Train Order. Die Funktionsweise der selbsttätigen Blockanlagen weicht erheblich von späteren europäischen Entwicklungen ab. Die Signale werden unmittelbar durch die Gleisstromkreise gesteuert, es gibt in der Regel weder einen Blockverschluss noch einen Erlaubniswechsel. Ein typisches Beispiel sind die als Absolute Permissive Block (APB) bezeichneten Systeme für eingleisige Strecken. Die Bezeichnung Absolute Permissive Block rührt von der Unterscheidung der Blocksignale in Absoluthalt- und Permissivhaltenssignale her, was aber an sich gar kein geeignetes Merkmal zur Abgrenzung dieses Systems von anderen Systemen ist, da es dieses Merkmal auch bei anderen selbsttätigen Blocksystemen gibt (zum Begriff des permissiven Fahrens siehe [6]). Trotzdem meint man mit APB immer nur diese spezielle Art eines selbsttätigen Blocks. Auf einer APB-Strecke stehen in Grundstellung die Signale beider Fahrtrichtungen auf Fahrt (Bild 5a). Bei Einfahrt eines Zuges in einen eingleisigen Abschnitt zwischen zwei Kreuzungsstationen fallen alle Signale der Gegenrichtung bis zur nächsten Kreuzungsstation auf Halt. Damit lässt sich nicht vollkommen ausschließen, dass zwei Züge gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung in den eingleisigen Abschnitt einfahren. Ein solcher Fall setzt jedoch immer ein Fehlverhalten des Zugpersonals voraus, indem ein Zug die „superiority rules“ missachtet und dem höher priorisierten Gegenzug keinen Vorrang einräumt. Auf Strecken mit APB werden daher die „superiority ru-

a) Ablauf einer Zugfahrt zwischen zwei Kreuzungsstationen



b) Illustration aus [2] für die Regel zur Einfahrt in einen eingleisigen Abschnitt



[Diagram A.]

Bild 5: Prinzip des Absolute Permissive Block (ABP)

les“ nicht durch die Signalbegriffe der Blocksignale überstimmt. Sollte es trotzdem einmal zu einer unzulässigen Gegeneinfahrt kommen, so kommen die Züge, sofern zwischen den Kreuzungsstationen mindestens drei Blockabschnitte liegen, immer derart vor den gegenüber liegenden Blocksignalen zum Halten, dass zwischen den Zügen noch mindestens ein Blockabschnitt frei ist. Wenn zwischen zwei Kreuzungsstationen weniger als drei Blockabschnitte liegen, so werden durch eine andere Festsetzung der Grenzen der Gleisstromkreise die Signale der Gegenrichtung bereits auf Halt geworfen, wenn ein Zug in die Kreuzungsstation einfährt. Die meist in der Mitte der Kreuzungsstation gelegene Stelle im Gleis, bei deren Befahren die Gegenrichtung gesperrt wird, ist durch eine Tafel markiert. Ein Zug, der einen Gegenzug abzuwarten hat, muss zunächst vor dieser Tafel warten, um dem sich nähernden Gegenzug nicht die Signale auf Halt zu stellen, und

darf erst dann vollständig in die Kreuzungsstation einfahren, wenn der Lokführer erkannt hat, dass der Gegenzug in den letzten vor der Kreuzungsstation liegenden Blockabschnitt eingefahren ist (Bild 5b). Wie beim manuellen Block stehen Blocksignale im System APB nur am durchgehenden Hauptgleis. Die Weichen sind ortsgestellt. Solange eine Weiche nicht auf das durchgehende Hauptgleis gestellt ist, nehmen die die Weiche deckenden Blocksignale selbsttätig die Haltstellung ein. Bei Einfahrt ins Kreuzungsgleis wird permissiv am Halt zeigenden Blocksignal vorbeigefahren.

Das Beispiel APB zeigt auf sehr anschauliche Weise, wie stark das Verfahren Timetable & Train Order selbst die Gestaltung selbsttätiger Blockanlagen beeinflusst. Es gibt eine Reihe von Modifikationen des Systems APB (z.B. in Kombination mit Rückfallweichen) und auch andere Formen selbsttätiger Block-

anlagen (auch für zweigleisige Strecken), von denen einige auch einen echten signalgeführten Betrieb ermöglichen, indem die Vorrangregeln durch die Signalbegriffe überstimmt werden („signal indication supersedes the superiority of trains“). Der speziell an sicherungstechnischen Fragen interessierte Leser sei dazu auf [5] verwiesen.

CTC

CTC steht für Centralized Traffic Control, was üblicherweise mit Streckenfernsteuerung übersetzt wird. Diese Übersetzung trifft jedoch nicht den Kern dieses Verfahrens. In der Tat wird CTC meist mittels Streckenfernsteuerung realisiert, die eigentliche fahrdienstliche Charakteristik besteht jedoch darin, dass die Züge signalgeführt fahren. Das bedeutet, dass die „superiority rules“ auf CTC-Strecken außer Kraft sind und die Zugfahrten unmittelbar durch die Fahrtbegriffe der Hauptsigna-

le zugelassen werden („trains are governed by signal indication“). Diese Tatsache stellt gegenüber der traditionellen amerikanischen Betriebsweise einen geradezu revolutionären Umbruch dar. Europäische Eisenbahnfachleute sind darüber oft verwundert, da die Züge bei europäischen Bahnen seit jeher signalgeführt fahren. In der Tat würde nahezu jedes europäische Stellwerk aus amerikanischer Sicht die fahrdienstliche Definition von CTC erfüllen. Auf CTC-Strecken müssen alle Hauptgleise komplett mit Hauptsignalen ausgestattet sein. In der Regel übernimmt der Dispatcher die Einstellung der Fahrstraßen mittels Fernsteuerung unmittelbar selbst. Die erste derartige Anlage wurde 1927 auf einem Abschnitt von 40 Meilen der Toledo & Ohio Southern in Betrieb genommen, was erstmalig die Durchführung einer fliegenden Kreuzung ermöglichte [8]. Es können auf CTC-Strecken jedoch auch noch lokale Stellwerke vorhanden sein, die vom Dispatcher in einer Art Befehlsabhängigkeit stehen. In Bereichen mit geringer Zugdichte sind auch auf CTC-Strecken ortsgestellte Weichen sowie auch Rückfallweichen nicht unüblich. Entscheidend für die Erfüllung der CTC-Kriterien ist lediglich, dass für alle von Zügen befahrenen Fahrwege Hauptsignale vorhanden sind und der Dispatcher alle Signale bedient bzw. zur Bedienung freigibt. Die Bedienung moderner CTC-Anlagen erfolgt über rechnergestützte Bedienoberflächen. Diese basieren häufig auf handelsüblicher Hard- und Software (z. B. als Betriebssystem Windows NT) und verfügen weder über signaltechnisch sichere Bildschirmanzeigen, noch über die Möglichkeit, registrierpflichtige Hilfsbehandlungen vorzunehmen. Die Sicherheit wird ausschließlich durch die dezentralen Sicherheitslogiken gewährleistet. Zusatzsignale, die eine Registrierpflicht erfordern (wie z. B. das deutsche Ersatzsignal), gibt es nicht, das ersatzweise Grundstellen von Sicherungsanlagen wird durch ein nicht sicheres Fernwirkkommando angestoßen und vor Ort durch eine Zeitverzögerung gesichert.

Moderne Verfahren für nichtsignalisierte Strecken

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts gingen die US-Bahnen zunehmend dazu über, den Güterverkehr fast nur noch mit Sonderzügen abzuwickeln, um mit größtmöglicher Flexibilität auf die Bedürfnisse der Kunden zu reagieren. Der gleichzeitige starke Rückgang des

Personenverkehrs führte dazu, dass der Fahrplan vieler Strecken nur noch wenige planmäßige Züge enthielt und der Verkehr von Sonderzügen dominiert wurde. Die Betriebsführung erforderte dadurch eine große Zahl von Train Orders und führte so zu einer enormen Belastung des Dispatchers. Dadurch ging der dem Verfahren Timetable & Train Order innewohnende Vorteil eines sich selbst regelnden Betriebes weitgehend verloren. Die Einführung neuer Betriebsverfahren für nichtsignalisierte Strecken wurde jedoch erst in den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts möglich, als leistungsfähige Funksysteme für einen ständigen Kontakt zwischen dem Dispatcher und den Zugpersonalen zur Verfügung standen.

Die auf dieser Basis seit Mitte der 80er Jahre eingeführten Betriebsverfahren zeigen in ihren Grundzügen eine gewisse Analogie zum deutschen Zugleitbetrieb. Der Dispatcher verfolgt die Betriebslage anhand von Zuglaufmeldungen und erteilt den Zügen auf dem Funkwege die Fahrerlaubnis. Da das Fahren im Zeitabstand dabei durch das Fahren im festen Raumabstand ersetzt wird, erfüllen diese Verfahren aus amerikanischer Sicht die Kriterien eines Blocksystems und werden daher auch als funkbasierter manueller Block (Radio Based Manual Block) bezeichnet [9]. Die Fahrerlaubnis wird stets durch einen schriftlichen Befehl (Track Warrant) erteilt, der dem Zugpersonal diktiert wird und zur Bestätigung gegengelesen werden muss. Dabei ist hinsichtlich der Logik der Fahrwegzuweisung zwischen den beiden Betriebsformen Track Warrant Control (TWC) und Direct Traffic Control (DTC) zu unterscheiden. Bei Track Warrant Control erhält der Zug wie im deutschen Zugleitbetrieb immer eine Fahrerlaubnis bis zu einem definierten Punkt. Anhand der Zuglaufmeldungen weiß der Dispatcher, welchen Punkt der Strecke ein Zug sicher geräumt hat, so dass einem anderen Zug bis zu diesem Punkt wieder Fahrerlaubnis erteilt werden kann. Im Bereich der NORAC-Fahrdienstvorschrift [10] wird diese Betriebsform als „Form D Control System (DCS)“ bezeichnet, benannt nach dem zur Erteilung der Track Warrants verwendeten NORAC-Befehlsformular „Form D“. Auf Strecken mit Direct Traffic Control wird die Strecke durch Signaltafeln in Blockabschnitte mit jeweils eindeutiger Bezeichnung eingeteilt. Bei Erteilung der Fahrerlaubnis werden dem Zug ein oder mehrere Blockabschnitte zur Benutzung zuge-

wiesen. Mit der Zuglaufmeldung gibt der Zug die von ihm geräumten Blockabschnitte wieder an den Dispatcher zurück, der sie dann wieder einem anderen Zug zuweisen kann.

Bei diesen Systemen wird häufig ein rechnergestützter Arbeitsplatz für den Dispatcher vorgesehen, in den alle Zuglaufmeldungen und Track Warrants eingegeben werden, und der die gleichzeitige Ausgabe sich gefährdender Track Warrants verhindert. Damit besteht zumindest am Arbeitsplatz des Dispatchers bereits eine teilweise technische Sicherung. Die Abkehr vom Fahren im Zeitabstand hat auch die Zugschlusswagen („caboose“) entbehrlich gemacht. Um bei Abgabe einer Zuglaufmeldung die Zugvollständigkeit vom Triebfahrzeug aus festzustellen, kommt heute eine funkgestützte Zugschlussüberwachung mittels besonderer Zugschlussgeräte („End of Train Telemetry - EOT“) zum Einsatz.

2.2 Betriebliche Regelwerke

Historische Entwicklung

Die Vielzahl der Bahnunternehmen führte frühzeitig zu Bestrebungen, die Fahrdienstvorschriften der einzelnen Bahnen zu harmonisieren, um den Zugübergang zwischen den Netzen verschiedener Gesellschaften zu erleichtern und um betriebliche Probleme bei den häufigen Zusammenschlüssen mehrerer Bahnunternehmen zu minimieren. Bereits 1889 wurde von der General Time Convention (einem Vorläufer der späteren Association of American Railroads) der „Standard Code“ herausgegeben, der die Basis aller späteren US-Fahrdienstvorschriften bildete. Der erste „Standard Code“ beschränkte sich noch auf Regeln zum Verfahren Timetable & Train Order, was auch die Bezeichnung „General Time Convention“ erklärt, da neben den eigentlichen betrieblichen Regeln insbesondere die Einführung einer einheitlichen Bahnzeit von grundlegender Bedeutung für die Betriebssicherheit war. Später wurde der „Standard Code“ durch grundlegende Regeln für Blocksysteme, Stellwerksbereiche und CTC-Strecken ergänzt. In dieser Form blieb der „Standard Code“ bis weit in die Nachkriegszeit die Basis des gesamten amerikanischen Eisenbahnbetriebes, wobei es bei Einführung neuer Betriebsverfahren zunehmend zu modifizierten Regeln bei einzelnen Bahnunternehmen kam. Eine ausführliche Er-

läuterung des betrieblichen Regelwerks der Nachkriegszeit ist in [4] enthalten.

In der jüngeren Vergangenheit haben zur Verhinderung eines Auseinanderdriftens der Regeln einzelner Bahnunternehmen unternehmensübergreifende Fahrdienstausschüsse („interrailroad committees“) die Herausgabe harmonisierter Fahrdienstvorschriften für größere Netzbereiche übernommen. Es sind dies insbesondere der von den Bahnen des westlichen Teils der USA benutzte „General Code of Operating Rules (GCOR) [2]“ und die vom „Northeast Operating Rules Advisory Committee (NORAC)“ herausgegebenen Regeln für die Bahnen des östlichen Bereichs [10]. Beide Regelwerke sind in ihren Grundzügen recht ähnlich, im Detail gibt es jedoch eine Reihe von Unterschieden, bis hin zu einer nicht vollständig deckungsgleichen Terminologie.

Struktur des betrieblichen Regelwerks

Der Aufbau des betrieblichen Regelwerks der US-Bahnen unterscheidet sich insbesondere vom deutschen Regelwerk in zwei wesentlichen Punkten. Auffallend ist erstens der wesentlich geringere Seitenumfang der US-Fahrdienstvorschriften (GCOR: 139 Seiten, NORAC: 155 Seiten einschließlich der Signalbegriffe). Der Grund liegt darin, dass der Fahrdienstvorschrift bei US-Bahnen eine etwas andere Rolle zukommt. Die Regelungstiefe ist deutlich geringer als in der deutschen Fahrdienstvorschrift, sie beschränkt sich auf die grundlegenden Regeln des Eisenbahnbetriebes, die alle im Bahnbetrieb Tätigen kennen müssen. Es gibt dann ergänzende Regelwerke für die einzelnen Tätigkeitsfelder (Zugpersonale, Dispatcher, Stellwerkspersonale usw.). Diese Regelwerke enthalten vieles, was in Deutschland bereits unmittelbar in der Fahrdienstvorschrift geregelt ist. Die tätigkeitsfeldbezogene Modularisierung führt insgesamt zu einem schlanken Regelwerk und verhindert das Entstehen von wenig praxistauglichen Mammut-Vorschriften. Trotzdem blieb aber auch eine übergreifende Fahrdienstvorschrift für das Gesamtsystem Bahn erhalten. Weiterhin spielen auch Zusatzvorschriften mit regionaler Gültigkeit (so genannte „special instructions“) eine wichtige Rolle. Diese sind in etwa mit den bei der Deutschen Bahn AG verwendeten Örtlichen Richtlinien vergleichbar.

Die zweite Besonderheit ist die im Vergleich zur deutschen Fahrdienstvor-

schrift vollkommen andere Gliederung. Nach einigen Abschnitten von grundsätzlicher betrieblicher Bedeutung (Mitarbeiter im Bahnbetrieb, Gültigkeit des Fahrplans, Benutzung von Funkanlagen, Bedienung von Weichen und Signalen usw.) sind die eigentlichen Regeln zur Durchführung der Zugfahrten nach Betriebsverfahren geordnet, wobei jeweils ein Hauptabschnitt die für ein bestimmtes Betriebsverfahren (manueller Block, selbsttätiger Block, TWC, CTC usw.) geltenden Regeln enthält. Diese Darstellungsweise ermöglicht eine individuelle Anpassung der betrieblichen Regeln an die große Zahl unterschiedlicher Betriebsverfahren. Interessant ist auch, dass in den Fahrdienstvorschriften betriebliche Regeln häufig durch Zeichnungen illustriert sind, die das Verständnis betrieblicher Zusammenhänge gegenüber einer reinen Textform wirkungsvoll unterstützen.

3 Der moderne Eisenbahnbetrieb in den USA

Struktur der Betriebsführung

Die Struktur des modernen Eisenbahnbetriebes in den USA ist durch zwei Merkmale gekennzeichnet:

- ▷ weitgehende Ablösung traditioneller Betriebsverfahren durch CTC und Radio Based Manual Block (TWC und DTC) und
- ▷ starke Zentralisierung der Betriebssteuerung.

Der Anteil nichtsignalisierter Strecken (so genannte „dark territories“) ist auch heute noch außerordentlich hoch und umfasst ca. 50 % des gesamten Streckennetzes. Der Betrieb auf diesen Strecken wird heute überwiegend mit den Betriebsverfahren TWC und DTC geführt, das traditionelle Verfahren *Time Table & Train Order* ist nur noch von untergeordneter Bedeutung. Bei den signalisierten Strecken ist im Kernnetz eine weitgehende Umstellung auf CTC erfolgt, örtliche Stellwerke im herkömmlichen Sinne gibt es inzwischen kaum noch. Zur Zeit sind in den USA insgesamt nur noch ca. 150 örtlich besetzte Stellwerke in Betrieb, zumeist an Kreuzungen bzw. Schnittstellen von Strecken verschiedener Bahnunternehmen. Signalisierte Strecken mit geringerer Betriebsdichte werden anstelle von CTC häufig mit TWC oder DTC betrieben, wobei die Signale als Sicherheitsoverlay

zur per Funk erteilten Fahrerlaubnis dienen (eine gewisse Analogie zum deutschen signalisierten Zugleitbetrieb). Typisch für solche Strecken sind selbsttätige Blockanlagen auf Basis des Systems APB (siehe Abschnitt 2). Die „superiority rules“ haben bedingt durch die geringe Fahrplanbindung des heutigen Betriebes auch auf signalisierten Strecken ihre praktische Bedeutung für die Regelung der Zugfolge verloren. Häufig hat ein Dispatcher in seinem Steuerbereich sowohl CTC-Strecken als auch nichtsignalisierte Strecken. Dabei sind alle Strecken auf der Bedienoberfläche in einer Bildschirmdarstellung vereint, die Eingabe der *Track Warrants* erfolgt wie die Eingabe von Fahrstraßen durch Start-Ziel-Bedienung und wird auf dem Bildschirm auch ähnlich dargestellt. Bei Rückgang des Verkehrs einer Strecke scheuen sich US-Bahnen in der Regel nicht, vorhandene Signalanlagen zurückzubauen und die Strecke auf nichtsignalisierten Betrieb umzustellen. Auch werden auf nichtsignalisierten Strecken mit dichter Zugfolge zur Beschleunigung der Betriebsabwicklung gelegentlich „CTC-Inseln“ an den Kreuzungsstationen eingerichtet. Aufgrund der stochastischen Betriebsführung mit nur sehr wenigen planmäßigen Zügen führen die Züge heute anstelle der früher gebräuchlichen Zugnummer eine alphanumerische Kennung, in der die Priorität des Zuges, Start- und Ziel des Laufweges und ggf. weitere Informationen codiert sind.

Die letzten Jahre waren durch erhebliche Konzentrationsprozesse der Bahnunternehmen gekennzeichnet. Trotz einer Vielzahl von Bahnunternehmen wird der heutige Bahnbetrieb von nur vier Giganten dominiert (Union Pacific, BNSF, Norfolk Southern und CSX). Mit diesen Konzentrationsprozessen ging eine starke Zentralisierung der Betriebsführung einher. Diese Entwicklung verlief jedoch nicht problemlos. So war der Versuch der Union Pacific, nach dem Zusammenschluss mit der Southern Pacific ein Netz von mehr als 60 000 km Strecke aus einer einzigen Betriebszentrale zu steuern, eine der Ursachen (eine andere waren Probleme bei der Harmonisierung der Regelwerke) für den in der Mitte des Jahres 1997 erfolgten nahezu völligen Zusammenbruch des geregelten Eisenbahnverkehrs im Netz der Union Pacific [11]. In der Folge wurde dieser überzogene Zentralisierungsgrad durch Einrichtung regionaler Dispatcherzentralen wieder zurückgenommen [12]. Aber abgesehen von solchen mitt-

lerweile wieder korrigierten Fehlentwicklungen ist auch festzustellen, dass die Zentralisierung zwar einerseits zu einer deutlichen Rationalisierung der Betriebsführung führte, dass dafür aber andererseits auf vielen Strecken ein Rückgang der betrieblichen Leistungsfähigkeit (als Durchsatz in Zügen je Zeiteinheit) in Kauf genommen wurde. Auf vielen Bahnen des Ostens, insbesondere im Großraum Chicago, wurden noch in den 60er Jahren bei Betriebsführung mit örtlich besetzten Stellwerken Betriebsdichten erzielt, die den Vergleich mit europäischen Hauptstrecken nicht zu scheuen brauchten [13]. Von einer solchen Leistungsfähigkeit sind die US-Bahnen heute weit entfernt. Der Rückgang der betrieblichen Leistungsfähigkeit wurde durch das Fahren längerer und schwererer Güterzüge kompensiert, so dass sich trotz geringerer Zugdichte die kommerzielle Leistungsfähigkeit (als Durchsatz in Bruttotonnen je Zeiteinheit) vieler Strecken deutlich verbessert hat.

Neue Betriebsverfahren auf Basis innovativer Technologien

Wie in Europa so gibt es auch in den USA seit einigen Jahren Bestrebungen,

die konventionelle Eisenbahnsicherungstechnik durch innovative Systeme auf Basis moderner Ortungs- und Kommunikationstechnologien abzulösen. Dazu wurde bereits in den 80er Jahren das Konzept ATCS (Advanced Train Control System) entwickelt. Dieses Vorhaben sah ein Stufenkonzept zur Ausrüstung der Strecken mit neuen Ortungs- und Kommunikationstechnologien vor [14]. Ziel war sowohl der vollständige Ersatz der konventionellen Sicherungsanlagen als auch die Ausrüstung der nichtsignalisierten Strecken mit zeitgemäßer Sicherungs- und Kommunikationstechnik. Eine Realisierung dieses Projektes wurde aus Kostengründen aufgegeben. Die geleisteten Vorarbeiten bildeten jedoch die Basis für die zurzeit betriebenen Projektfamilien PTS und PTC. PTS steht für Positive Train Separation und ist ein Oberbegriff für GPS-basierte Kollisionsschutzsysteme, die Zwangsbremungen auslösen, wenn Züge die Fahrerlaubnisgrenzen überfahren. Dazu muss die Fahrerlaubnis elektronisch zum Zug übertragen werden, weshalb PTS-Systeme gelegentlich auch als „Electronic Track Warrant“ bezeichnet werden. PTS stellt kein eigenständiges Betriebsverfahren dar, sondern ist nur ein Overlayssystem sowohl für

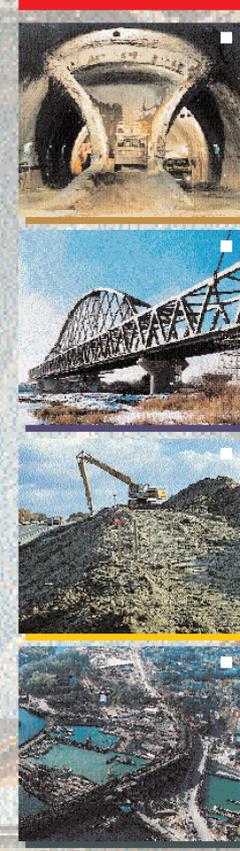
nichtsignalisierte Strecken als auch für Strecken mit konventioneller Sicherungstechnik. PTC steht für Progressive Train Control und entspricht am ehesten der ursprünglichen Zielstellung von ATCS, indem eine vollständig funkbasierte Zugfolgesicherung realisiert werden soll. Der Grundgedanke ähnelt dem europäischen ETCS im Level 3, in das PTC sollen jedoch auch dispositive und kommerzielle Funktionen integriert werden.

Eine praktische Bedeutung haben diese Systeme noch nicht erlangt; die Einführung geht ähnlich schleppend voran wie beim europäischen ETCS und ist über einzelne Testanwendungen noch nicht hinausgekommen. Informationen zu aktuellen Teststrecken sind in [15] und [16] enthalten.

4 Wesentliche Unterschiede zum europäischen Eisenbahnbetrieb

Im Folgenden werden ergänzend zu den im Abschnitt 2 beschriebenen Betriebsverfahren einige Grundsätze zusammengestellt, in denen sich die Betriebsweise der US-Bahnen in sehr grundlegender Weise von derjenigen europäischer Bahnen unterscheidet.

Edition **ETR**



INGENIEUR
BAUWERKE

INGENIEURBAUWERKE

Brücken, Tunnel, Erdbau, Oberbau

Die ETR — Eisenbahntechnische Rundschau setzt die Herausgabe bedeutender Standardwerke mit dem Fachbuch Ingenieurbauwerke für die Bahnbranche fort:

Erfahrene Ingenieure geben mit diesem Werk Auskunft zum Stand der Technik im Bahnbau. Somit wird der Beweis über die Innovationskraft und Leistungsfähigkeit der Baubranche geliefert.

Ingenieurbauwerke ist ein umfassendes Nachschlagewerk auf Jahre für die Fachleute und Ingenieure, die Schienenverkehrswege planen, genehmigen, bauen, betreiben und instandhalten.

NEU

Bestellung an:
 Eurailpress Vertrieb Hestra-Verlag, Postfach 10 16 09, D-20010 Hamburg
 oder per Fax: ++49 (0) 40 / 237 14 - 243
 E-Mail: mikulic@etp.net / Internet: www.eurailpress.com

Hiermit bestelle ich
 _____ Exemplar(e) **Ingenieurbauwerke** zum Preis von DM 98,-, € 50,11
 inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten

Firma: _____ Name: _____

Str./Postf.: _____ PLZ/Ort: _____

Tel./Fax: _____

Datum/Unterschrift _____



(a) Die Fahrdienstleitung der US-Bahnen war von Anfang an zentralisiert.

Den bei europäischen Bahnen üblichen örtlichen Fahrdienstleiter, der die Zugfolge durch Kommunikation mit den benachbarten Betriebsstellen regelt und sichert, hat es bei US-Bahnen nie gegeben. Die Fahrdienstleitung der Strecken oblag schon bei den frühen Betriebsverfahren stets einem zentralen Dispatcher. Dieser Dispatcher ist nicht mit den bei europäischen Bahnen eingesetzten Disponenten vergleichbar, selbst wenn diese bei einigen Bahnen auch Dispatcher genannt werden oder wurden (z. B. bei der ehemaligen Deutschen Reichsbahn der DDR). Im Gegensatz zu einem Disponenten, der nur regelnd in den Betriebsablauf eingreift und nicht an der Fahrdienstleitern obliegenden Sicherung der Zugfolge beteiligt ist, übernimmt bei US-Bahnen der Dispatcher die unmittelbare Zulassung der Zugfahrten. Die örtlichen Mitarbeiter im Bahnbetrieb handeln nur auf Weisung bzw. im Auftrag des Dispatchers. Schriftliche Befehle an Züge dürfen nur vom Dispatcher oder in seinem Auftrag ausgefertigt werden. Bei Abweichungen vom Regelbetrieb (z. B. Fahrten gegen die gewöhnliche Fahrtrichtung) spricht der Dispatcher Gleisperrungen aus und erteilt den Bedienern örtlicher Stellwerke Weisungen, welche Fahrten durch Hilfssperren zu sichern sind. Die Einführung von Techniken zur zentralisierten Betriebssteuerung führte damit lediglich zu einem Ersatz der Meldeverfahren durch technische Informationsübermittlung sowie den Wegfall der örtlichen Stellwerksbedienung, die Struktur der Fahrdienstleitung blieb jedoch grundsätzlich erhalten.

(b) Es existiert keine Analogie zum deutschen Begriff des Bahnhofs und der darauf aufbauenden Unterscheidung zwischen Bahnhof und freier Strecke.

Der deutsche Begriff des Bahnhofs und vergleichbare betriebliche Konstrukte bei anderen europäischen Bahnen haben ihren Ursprung in der bei europäischen Bahnen im 19. Jahrhundert etablierten Betriebsführung auf Basis einer örtlichen Fahrdienstleitung. Ein Bahnhof war ein überschaubarer Teil der Infrastruktur, bei dem das Freisein der zwischen den Hauptsignalen liegenden Gleisabschnitte durch das örtliche Betriebspersonal festgestellt werden konnte. Im Gegensatz dazu konnte das Freisein eines Gleisabschnitts der freien

Strecke nur durch Kommunikation zwischen den diesen Gleisabschnitt begrenzenden Betriebsstellen festgestellt werden. Mit der Einführung selbsttätiger Gleisfreimeldeanlagen war die grundsätzliche Notwendigkeit für diese Unterscheidung entfallen, bei deutschen Bahnen wird sie jedoch auch auf Strecken mit modernen Sicherungsanlagen konsequent beibehalten. Bei US-Bahnen werden demgegenüber alle Hauptgleise betrieblich und sicherungstechnisch gleich behandelt. Allerdings wird durch die Einrichtung der bereits beschriebenen „interlocking limits“ die Möglichkeit geschaffen, ergänzende Regeln für Gleisbereiche zu definieren, in denen Hauptsignale der Fahrstraßensicherung dienen. Das betrifft jedoch einheitlich alle Fahrstraßenknoten, auch solche, die aus deutscher Sicht zur freien Strecke zählen (Abzweig- und Überleitstellen). Die Problematik des Rangierens auf Hauptgleisen, die in Deutschland einen gewissen Grund für die Beibehaltung des Bahnhofsbegriffs darstellt, wird über die unter (c) beschriebenen „yard limits“ gelöst.

(c) Die bei europäischen Bahnen übliche scharfe Unterscheidung zwischen Zug- und Rangierfahrten existiert bei US-Bahnen in dieser Form nicht.

Selbstverständlich gibt es auch bei US-Bahnen das Rangieren als Hilfsprozess zum Bilden und Zerlegen der Züge, dem Bedienen von Ladestellen und ähnlichen Zwecken. Eine gewisse Analogie zu den bei europäischen Bahnen üblichen Rangierfahrten existiert jedoch bestenfalls in reinen Nebengleisbereichen („yards“), es gibt jedoch keinen Weichenwärter, der diesen Fahrten besonders zustimmen muss (Stellwerksbedienung ist in solchen Bereichen ohnehin nicht üblich). Demgegenüber müssen alle Fahrten, die ein Hauptgleis befahren, vom Dispatcher zugelassen werden. Dabei unterscheidet sich eine Rangierbewegung nicht grundsätzlich von einer Zugfahrt. Rangiereinheiten, die vom Dispatcher autorisiert werden, ein Hauptgleis zu befahren, bekommen dazu meist eine temporäre Zugnummer zugewiesen (in der Regel die Loknummer des führenden Triebfahrzeugs mit einem vorangestellten „Y“ für „yard engine“), unter der sie dann fahrdienstlich geführt werden. Sie erhalten wie Züge ihre Zustimmung zur Fahrt durch Hauptsignal (jedoch in der Regel durch Anzeige des niedrigsten Geschwindigkeitsbegriffs „restricting“, der das Fahren auf

Sicht erfordert und eine Geschwindigkeit von 15 Meilen/Stunde zulässt) oder — auf nichtsignalisierten Strecken bzw. in der Rückfallebene — durch schriftlichen Befehl des Dispatchers.

Aufgrund dieses Verfahrens kennt man bei US-Bahnen auch nicht die bei europäischen Bahnen in sehr großer Zahl vorhandenen Sperr- und Rangiersignale. Die Aufgaben der Sperr- und Rangiersignale werden bei US-Bahnen grundsätzlich von Hauptsignalen übernommen, wobei Hauptsignale an Fahrwegen, die nicht von regulären Zügen befahren werden, oft als Zwergsignale ausgeführt sind und als Fahrtbegriff nur „restricting“ zeigen können. Einen besonderen Signalbegriff zur Zulassung von Rangierfahrten gibt es in der Regel nicht.

Die Notwendigkeit, dass alle Fahrten auf Hauptgleisen vom Dispatcher zugelassen werden müssen, hätte in größeren Knoten mit umfangreichem Rangierbetrieb eine völlige Überlastung des Dispatchers zur Folge und würde damit den Wert der zentralisierten Fahrdienstleitung ad absurdum führen. Daher wird der Dispatcher in Knotenbereichen („terminal areas“) von der Steuerung und Überwachung der Rangierbewegungen befreit. Dazu werden in diesen Bereichen so genannte „yard limits“ eingerichtet. Das sind Hauptgleisbereiche, in denen Hauptgleise ohne Information und Zustimmung des Dispatchers von Rangiereinheiten befahren werden dürfen. Rangiereinheiten können sich somit in diesen Bereichen wie in einem „yard“ bewegen. Anfang und Ende der „yard limits“ werden am Fahrweg durch Signaltafeln markiert, da für Züge beim Durchfahren von „yard limits“ besondere Vorsichtsmaßnahmen gelten. Auf Strecken mit Timetable & Train Order wird für mit Fahrplan verkehrende Züge ein Zeitfenster definiert, in dem die Hauptgleise innerhalb von „yard limits“ für die Durchfahrt des Zuges freigehalten werden müssen. Innerhalb dieses Zeitfensters dürfen Züge die „yard limits“ mit unverminderter Geschwindigkeit durchfahren. Züge, die sich außerhalb dieses Zeitfensters bewegen, müssen die „yard limits“ vorsichtig auf Sicht durchfahren, da sie damit rechnen müssen, in ihrem Fahrgleis auf Rangiereinheiten zu treffen. Auf Strecken mit Blocksignalen an den Hauptgleisen dürfen Züge bei Signalbegriff „Fahrt frei (clear)“ die „yard limits“ mit unverminderter Geschwindigkeit durchfahren. Beim Signalbegriff „Halt

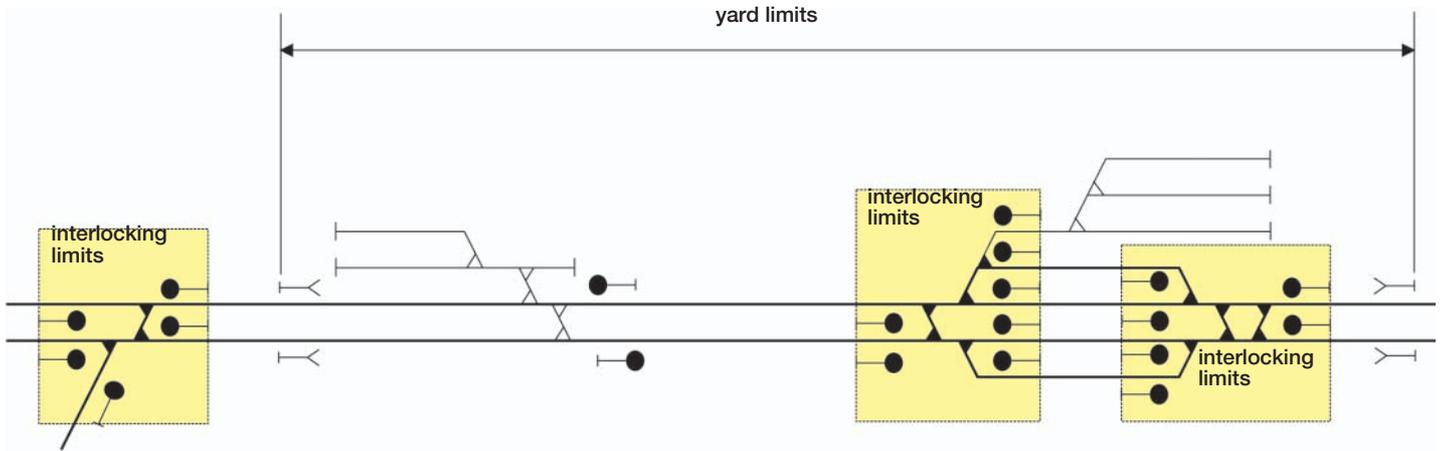


Bild 6: Beispiel für „yard limits“

erwarten (approach)“ ist innerhalb von „yard limits“ unverzüglich auf Sichtfahrgeschwindigkeit abzubremsen und auf Sicht weiterzufahren, da eine entgegen kommende Rangiereinheit in den momentan noch freien Blockabschnitt einfahren könnte. Die Festsetzung der Ausdehnung der „yard limits“ folgt den betrieblichen Bedürfnissen und zeigt keine Analogie zur Rangiergrenze eines deutschen Bahnhofs. Wenn außerhalb eines Knotens ein Nebengleis an ein Hauptgleis anschließt (eine mit einer deutschen Anschlussstelle vergleichbare Anordnung), so werden die „yard limits“ oft bis zu diesem Anschluss ausgedehnt, um die Durchführung der Bedienungsfahrten betrieblich zu vereinfachen (Bild 6). Der Dispatcher hat darüber hinaus die Möglichkeit, bei vorübergehend stärkerem Rangierbetrieb auch in anderen Bereichen temporäre „yard limits“ einzurichten, die den Zügen durch schriftlichen Befehl mitgeteilt werden.

(d) Das Zugpersonal ist wesentlich stärker als bei europäischen Bahnen in Handlungen zur Zugfolge- und Fahrwegsicherung eingebunden.

Am stärksten ausgeprägt ist dieses Charakteristikum des amerikanischen Eisenbahnbetriebes auf Strecken mit Timetable & Train Order. Auf diesen Strecken wird die unmittelbare Zugfolge- und Fahrwegsicherung nahezu vollständig vom Zugpersonal wahrgenommen. Bei späteren Betriebsverfahren ist zwar das Zugpersonal im Regelbetrieb durch die Etablierung von Blocksystemen zunehmend von Handlungen zur Zugfolgesicherung befreit worden, aber bei weitem nicht in dem bei europäischen Bahnen üblichen Maße. Auch der moderne amerikanische Eisenbahnbetrieb zeichnet sich diesbezüglich durch folgende Eigenheiten aus:

▷ Das Fahren auf Sicht spielt eine we-

sentlich größere Rolle als bei europäischen Bahnen.

▷ Ortsgestellte Weichen haben — auch auf Hauptstrecken — eine sehr große Verbreitung.

Das Fahren auf Sicht ist das Standardverfahren für die ersatzweise Sicherung der Zugfolge im Störfall. Es kommt sowohl auf Weisung des Dispatchers als auch in Form des permissiven Fahrens zur Anwendung. Beim Durchfahren von „yard limits“ (siehe Ausführungen unter c) ist vielfach sogar im Regelbetrieb auf Sicht zu fahren. Die Restriktionen für das Fahren auf Sicht sind schärfer als die bei europäischen Bahnen üblichen. Die Fahrweise ist so einzurichten, dass der Zug nicht nur vor Hindernissen und Fahrzeugen sondern auch vor falsch gestellten Weichen zum Halten gebracht werden kann.

Auf nichtsignalisierten Strecken kommen fast ausschließlich ortsgestellte Weichen zur Anwendung. Aber selbst auf voll signalisierten CTC-Strecken wird für Weichen, die nur selten umgestellt werden müssen, häufig nur eine Ortsbedienung vorgesehen. Die Steuerung des Dispatchers beschränkt sich dabei auf die Bedienung der Signale und die Entriegelung der Weichen zur Ortsbedienung. Die Ortsbedienung selbst ist in der Regel rein mechanisch ausgeführt, wobei eine Hebelkonstruktion verwendet wird, die im Gegensatz zu den bei europäischen Bahnen üblichen Umstellgewichten eine bequemere Bedienung im Stehen ermöglicht.

(e) Schriftliche Befehle spielen bei US-Bahnen sowohl im Regelbetrieb als auch in der Rückfallebene eine größere Rolle als im europäischen Eisenbahnbetrieb.

Der schon auf Strecken mit Timetable & Train Order eingeführte Grundsatz, dass alle die Regelung und Sicherung der

Zugfolge betreffenden Weisungen des Dispatchers schriftlich zu erteilen sind, wurde konsequent auch bei allen anderen Betriebsverfahren beibehalten. Auf nichtsignalisierten Strecken mit modernen Betriebsverfahren (TWC und DTC) wird der gesamte Betrieb mit schriftlichen Befehlen geführt, die den Zugpersonalen per Funk diktiert werden. Aber auch auf voll signalisierten CTC-Strecken spielen schriftliche Befehle eine wichtige Rolle, die Rückfallebene wird ausschließlich über schriftliche Befehle geregelt. Dabei werden in der Regel die gleichen Befehle wie auf nichtsignalisierten Strecken verwendet. Die insbesondere im deutschen Eisenbahnbetrieb üblichen Zusatzsignale, die bei Abweichungen vom Regelbetrieb schriftliche Befehle ersetzen und nur durch Registerpflicht der Bedienung gesichert werden, sind bei US-Bahnen unbekannt.

(f) Es existiert gegenüber europäischen Bahnen eine größere Anzahl unterschiedlicher Betriebsverfahren.

Wie im Abschnitt 2 beschrieben haben die US-Bahnen im Laufe ihrer Entwicklung eine Vielzahl unterschiedlicher Betriebsverfahren entwickelt, die heute alle noch nebeneinander existieren. Diese Tatsache kommt auch in der beschriebenen Struktur des betrieblichen Regelwerks zum Ausdruck. Da sich die einzelnen Betriebsverfahren in ihren betrieblichen Regeln erheblich voneinander unterscheiden können, bilden die mit unterschiedlichen Betriebsverfahren betriebenen Bereiche des Netzes eines Bahnunternehmens voneinander abgegrenzte „territories“. Es kann festgelegt sein, dass für die Einfahrt in bestimmte „territories“ eine besondere Zustimmung des Dispatchers einzuholen ist. Dabei besteht eine gewisse Analogie zu der in Deutschland üblichen Abgrenzung der Netzbereiche, die im Zugleitbetrieb betrieben werden, allerdings ermöglicht die größere Anzahl der

möglichen Betriebsverfahren eine individuelle Anpassung an die betrieblichen Erfordernisse eines bestimmten Betriebes.

5 Schlussfolgerungen/Ansatzpunkte für die Orientierung europäischer Infrastrukturbetreiber am amerikanischen Vorbild

Eine unmittelbare Übertragbarkeit US-amerikanischer Betriebsverfahren auf europäische Verhältnisse wird wegen der erheblich abweichenden Randbedingungen und der völlig anders verlaufenden historischen Entwicklung kaum möglich und auch betrieblich nur wenig

sinnvoll sein. Trotzdem können europäische Infrastrukturbetreiber dem amerikanischen Eisenbahnbetrieb wertvolle Anregungen entnehmen bzw. auch aus Fehlentwicklungen Lehren ziehen. Dies betrifft vor allem zwei Aspekte:

- ▷ die Zentralisierung der Betriebsführung,
- ▷ die Betriebsführung auf nichtsignalisierten Strecken.

Da auch bei europäischen Bahnen die Tendenz einer zunehmenden Zentralisierung der Betriebsführung besteht, sind die Erfahrungen der US-Bahnen mit einer bereits heute weitgehend zentralisierten Betriebsführung besonders wertvoll. Anregungen sind vor allem der Gestaltung von an die zentralisierte Betriebsführung optimal angepassten Regelwerken (z. B. einheitliche Behandlung aller Hauptgleise ohne Unterscheidung zwischen Bahnhof und freier Strecke, zugnummernmäßige Erfassung der Rangierbewegungen auf Hauptgleisen) und der Entwicklung kostengünstiger Techniken zur Fernsteuerung (z. B. Verzicht auf gesicherte Bildschirmanzeigen und Übertragung „heißer“ Befehle) zu entnehmen. Aber auch die negativen Erfahrungen einiger US-Bahnen mit den Folgen einer überzogenen Zentralisierung sind für europäische Infrastrukturbetreiber wertvoll, um ähnliche Fehler zu vermeiden.

Die US-Bahnen haben weltweit die größte Erfahrung im Betreiben nichtsignalisierter Strecken. Wenngleich es sich dabei heute auch fast ausschließlich um eingleisige Güterzugstrecken mit geringer Betriebsdichte handelt, so können einzelne Details der Betriebsverfahren und -techniken auch für europäische Infrastrukturbetreiber von Interesse sein. Die deutschen Bahnen erleben derzeit durch die Regionalisierung von Strecken außerhalb des Kernnetzes eine regelrechte Renaissance des Zugleitbetriebes. Ein interessanter Aspekt wäre dabei die Einführung rechnergestützter Zugleiterarbeitsplätze nach US-Vorbild. Neben einer Verbesserung der Sicherheit durch Zurückweisung der Eingabe einer gefährdenden Fahrerlaubnis, steht durch die laufende Erfassung der aktuellen Betriebslage auch eine Datenbasis zur Anbindung an nachgeordnete Informationssysteme (z. B. Reisendeninformation, Schnittstellen zu Betriebszentralen) zur Verfügung. Auch für die Gestaltung der sicherungstechnischen Schnittstelle zwischen Strecken mit signalge-

führtem Betrieb und Strecken mit Zugleitbetrieb bieten die US-Bahnen interessante Anregungen.

Selbst das traditionelle Verfahren *Time-table & Train Order* ist abgesehen von dem anachronistischen Fahren im Zeitabstand aus europäischer Sicht durchaus eine nähere Betrachtung wert. Dieses Verfahren hat den unzweifelhaften Charme eines sich an der Basis nahezu von selbst regelnden Betriebes, der nur minimale Eingriffe zentraler betriebsleitender Instanzen erfordert. Es wäre daher interessant zu untersuchen, inwieweit die diesem Verfahren zugrundeliegenden Regeln als Steuerlogik selbsttätiger Dispositionssysteme für eingleisige Strecken tauglich wären. Ein solches Dispositionssystem wäre vor allem für eingleisige Strecken von Nutzen, die nicht aus einer Betriebszentrale gesteuert bzw. überwacht werden.

Résumé

Transferability of US American operating procedures to European conditions

For almost two decades now, the US American railroad corporations have been experiencing a remarkable recovery. In doing so, the economic success has increasingly been arousing the interest of European operators of railway corporations. This article examines the question to what extent suggestions for the operation of European railway corporations can be gathered from the operating procedures customary for US railroad corporations.

Récapitulation

Possibilité de transposer les méthodes d'exploitation des Etats-Unis en Europe

Depuis près de deux décennies, les chemins de fer américains connaissent un essor remarquable. Cette réussite économique éveille de plus en plus l'intérêt des exploitants ferroviaires européens. Le présent article éclaire la question de savoir dans quelle mesure les méthodes d'exploitation pratiquées aux Etats-Unis pourraient donner des idées pour l'exploitation des chemins de fer en Europe.

Resumen

Análisis de las posibilidades de aplicación de los procesos de funcionamiento procedentes de los Estados Unidos de América a las condiciones europeas

Los ferrocarriles estadounidenses llevan experimentado un notable auge desde hace casi dos décadas. Su éxito económico despierta cada vez más el interés de las empresas concesionarias y explotadoras de las redes ferroviarias europeas. Este artículo está dedicado a aclarar hasta qué punto se podrían extraer sugerencias de mejora para las compañías ferroviarias europeas de los procedimientos de funcionamiento habituales que se aplican en los ferrocarriles estadounidenses.

Schrifttum

- [1] DeNevi, D.; Hall, B.: United States Military Railway Service. Stoddart Publishing, Toronto 1992.
- [2] General Code of Operating Rules (GCOR). 4. Aufl., gültig ab 2.4.2000.
- [3] Kokernak, R.: How the American railroad watch came to be. *Trains* 60(2000)2, S. 48...49.
- [4] Jossierand, P.: Rights of Trains. 5. Aufl., Simmons-Boardman Publishing Corp. New York 1957¹⁾.
- [5] Phillips, E.: Railroad Operation and Railway Signaling. 2. Aufl., Simmons-Boardman Books Inc. Omaha 1953¹⁾.
- [6] Pacht, J.: Systemtechnik des Schienenverkehrs. 2. Aufl., Teubner Verlag Stuttgart, Leipzig 2000.
- [7] Preuß, E.: Lexikon Erfinder und Erfindungen — Eisenbahn. Transpress-Verlag Berlin 1988.
- [8] Frailley, F.: Here comes a non-stop meet! *Trains* 60(2000)1, S. 56...57.
- [9] Armstrong, J.: The Railroad - What It Is, What It Does. 4. Aufl., Simmons-Boardman Books Inc. Omaha 1998.
- [10] Northeast Operating Rules Advisory Committee (NORAC): Operating Rules. 7. Aufl., gültig ab 17.01.2000.
- [11] Grimm, Ch.: The UP Meltdown — Der „GAU“ bei der Union Pacific und seine Hintergründe. EK-Aspekte 9, S. 10...14.
- [12] Frailley, F.: Union Pacific and its Comeback Kid. *Trains* 58(1998)7, S. 24...27.
- [13] White, Th.: Tower Talk — The art of train dispatching as practiced on the Baltimore and Ohio Chicago Terminal Railroad. unveröffentlichter Manuskriptentwurf, Arbeitsstand Februar 2001.
- [14] Dobler, K.-U.: ATCS — Eine neue Generation der Nordamerikanischen Signaltechnik. *Signal + Draht* 80(1988)6, S. 127...132.
- [15] Hansen, P.: Positive Train Control. *Trains* 61(2001)2, S. 68...77.
- [16] Gallamore, R.: Illinois test will fix the future of PTC. *Railway Gazette International* 156 (2000) 6, S. 359...362.

¹⁾ aktuelle Reprints erhältlich bei www.transalert.com