

Kapazitätsberechnung im Moving Block – die Tücke im Detail

Fahrzeit- und Belegungsrechnung sind Grundlage jeder belastbaren Fahrplanerstellung sowie eisenbahnbetriebswissenschaftlichen Untersuchung. Methoden, den Kapazitätsverbrauch einer Zugfahrt standardisiert zu beschreiben, wurden über die vergangenen Jahrzehnte schrittweise fortgeschrieben, um den technologischen Fortschritt zu gestalten und zu begleiten. Dieser Artikel fasst eine Schärfung der Methoden für die Modellierung des Moving Block zusammen.



1. Einleitung

Innovationsprogramme wie „Digitale Schiene Deutschland“ oder „SmartRail 4.0“ sollen die Möglichkeiten technischer Entwicklungen dem System Bahn zugänglich machen, um Leistungsfähigkeit und Effizienz zu steigern. Große Effekte werden insbesondere auf die Kapazität erwartet. Um eine objektive Quantifizierung der Effekte des „Moving Block“ zu ermöglichen, müssen Methoden zur Belegungsrechnung angepasst und weiterentwickelt werden. Dazu liegt eine Berechnungsmethode vor, die unter anderem im Rahmen von SmartRail 4.0 eingesetzt wird.

Dieser Artikel gibt eine Übersicht über bestehende Methoden zur Berechnung des Kapazitätsverbrauches einer Zugfahrt unter konventioneller Signalisierung sowie unter ETCS Full Supervision, beschreibt die fortentwickelte Methode zur Berechnung der Kapazität im Moving Block und zeigt dann weiteres Entwicklungspotential auf. Es handelt sich um eine Kurzfassung von [1], ergänzt um punktuelle Weiterentwick-

lungen. Für Betrachtungen zur Modellierung von ATO sei auf jenen Artikel verwiesen.

2. Stand der Technik

Der Belegungsrechnung vorweg geht die Fahrzeitrechnung, welche i.d.R. mittels Diskretisierung eine Geschwindigkeits-Weg- bzw. Geschwindigkeits-Zeit-Funktion ermittelt und daraus eine Zeit-Weg-Funktion ableitet. Die Belegungsrechnung beschreibt dann den Kapazitätsverbrauch dieser Trajektorie. Zu beachten sind Rückwirkungen von Belegungs- auf Fahrzeitrechnung, beispielsweise zur Berücksichtigung von Geschwindigkeitsrestriktionen durch Zugsicherungssysteme.

Weitverbreitetster Ansatz zur Berechnung des Kapazitätsverbrauches einer Zugfahrt ist die sogenannte Sperrzeiten-theorie. Entwickelt in den 1950er Jahren durch HAPPEL [2], ist sie bis heute Stand der Technik und wird in mikroskopischer Software zur Fahrplanung/Kapazitätsallokation und Durchführung eisenbahnbetriebswissenschaftlicher Untersuchungen (EBWU) genutzt. Die Sperrzeitentheorie basiert auf zwei Prämissen:

- Signale teilen die Infrastruktur in Blöcke; in einem Block darf sich ein Zug befinden. Auch kleinräumigere Belegungselemente mit Teilauflösung (z.B. Weichen) werden exklusiv belegt.
- Es sollen keine Interaktionen mit anderen Zügen erfolgen, es wird also „auf grüne Welle“ gefahren. Dieser Ansatz ist optimal hinsichtlich der Fahrzeit sowie einer



Dr. Thorsten Bükler

Geschäftsführer VIA Consulting & Development GmbH
th.bueker@via-con.de



Eike Hennig

Projektingenieur VIA Consulting & Development GmbH
e.hennig@via-con.de



Simon Schotten

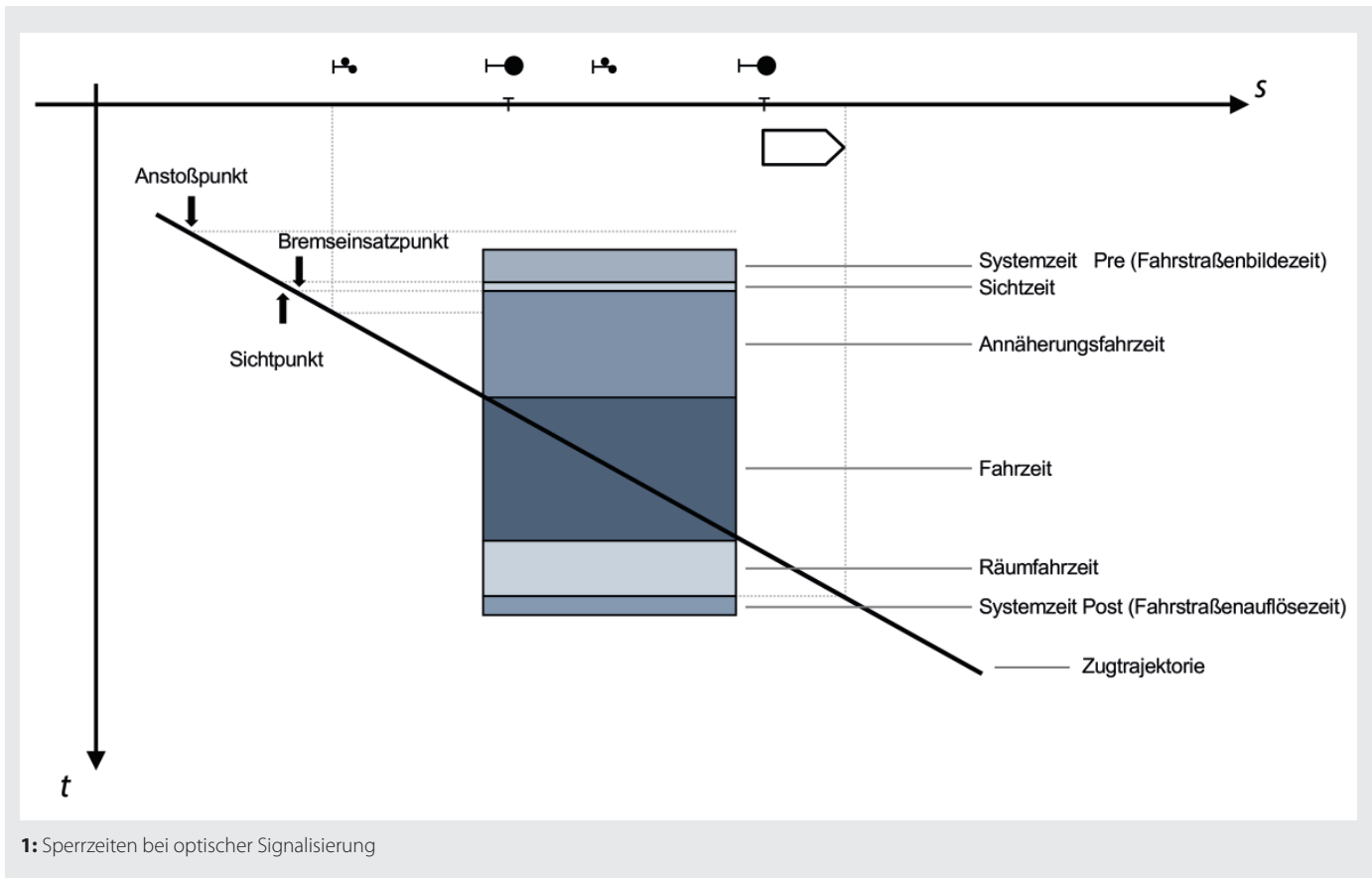
Projektingenieur VIA Consulting & Development GmbH
s.schotten@via-con.de

Minimierung der Folgeverspätungen. Ausnahme ist hier lediglich die Einfahrt in einen planmäßigen Halt, hier darf eine Verlängerung der Fahrzeit durch Restriktionen aus der Zugsicherung eintreten.

Grundsätzlich handelt es sich bei der Fahrzeit- und Belegungsrechnung um ein Modell, das die Realität aufgrund äußerer Einflüsse nicht vollständig abbilden kann. Um den tatsächlichen Betrieb jedoch zumindest bestmöglich nachzubilden, werden sowohl Zugcharakteristika (Zuglänge,

In neuen Architekturen der Leit- und Sicherungstechnik (LST) verschieben sich Funktionalitäten zwischen den einzelnen Komponenten.





Zugkraft, Bremsleistung etc.) als auch Infrastruktur möglichst akkurat abgebildet. Zudem wird die berechnete Fahr-/Belegungszeit um den Regelzuschlag, also einen konstanten Faktor verlängert, um äußere Einflüsse (Witterung, unterschiedliche Triebfahrzeugführer, ...) wie auch Näherungen in der Berechnung (z.B. Behandlung des Rucks) auszugleichen.

Bild 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Blockes und der dazugehörigen Sperrzeit bei Außensignalisierung. Die Sperrzeit beschreibt, wie lange der Block (begrenzt durch die beiden Hauptsignale) durch die Zugfahrt belegt ist, also keine andere Zugfahrt in diesem Block stattfinden darf, ohne dass Interaktionen zwischen den beiden Zugfahrten stattfinden.

Es wird ersichtlich, dass die Beanspruchung der Ressource wesentlich länger als die eigentliche Durchfahrt des Zuges andauert. Folgende Komponenten sind Teil der Sperrzeit:

- **Fahrstraßenbildezeit:** Zeitbedarf des Stellwerks zur Einstellung der Fahrstraße inkl. etwaigem Umlaufen von Weichen

- **Reaktions-/Sichtzeit:** Vom Triebfahrzeugführer (Tf) benötigte Zeit, um Vorsignale zu erfassen und zu reagieren
- **Annäherungsfahrzeit:** Zeit zwischen Vorbeifahrt der Zugspitze am Vorsignal und Einfahrt in den Block. Das Vorsignal muss bei Vorbeifahrt des Zuges bereits „Fahrt erwarten“ anzeigen, um eine Reaktion des Tf und somit Fahrzeitverlust zu vermeiden.
- **Fahrzeit:** Fahrzeit zwischen den beiden Signalen, gemessen bei Vorbeifahrt der Zugspitze
- **Räumfahrzeit:** Zeitraum zwischen Vorbeifahrt der Zugspitze am Signal bis zur Räumung des zugehörigen Durchrutschweges durch das Zugende
- **Fahrstraßenauflösezeit:** Zeitbedarf des Stellwerks zur Auflösung der Fahrstraße

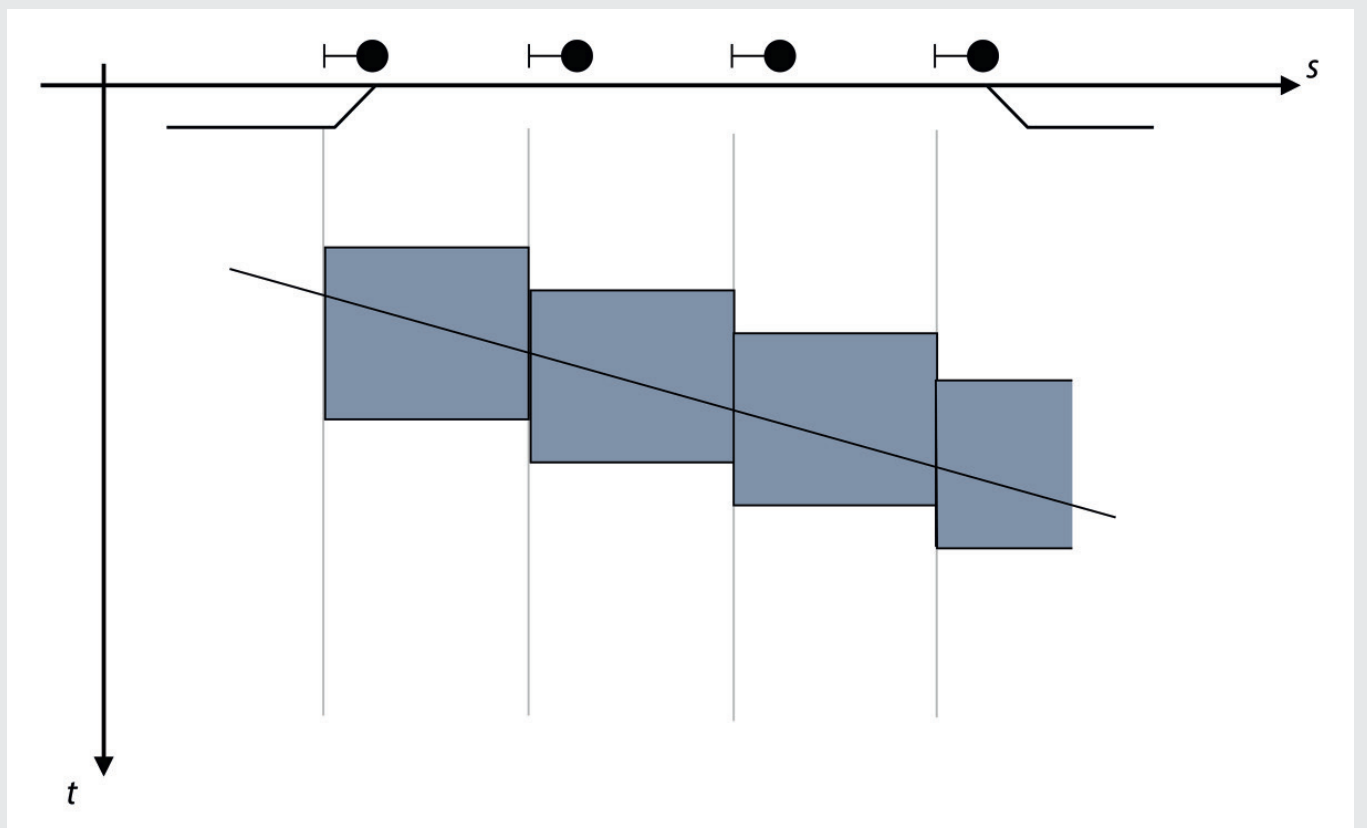
Die Fahrzeit ab Stellanstoß ist nicht Bestandteil der Sperrzeit, denn während Interpretation des Stellanstoßes in der Zuglenkung und Kommandierung der Fahrstraße muss noch keine exklusive Belegung bestehen. Je nach nationalen Gegebenheiten kann das Modell mit

Sichtzeiten bzw. Sichtwegen betrieben werden. Ebenso nationale Eigenheit ist die Betrachtung der Annäherungsfahrzeit ab Vorsignal oder ab einem Bremseinsatzpunkt.

Zugfahrten können nun als Abfolgen von Belegungselementen dargestellt werden. Die so entstehende Aneinanderreihung von Sperrzeiten wird aufgrund ihrer Struktur als Sperrzeiten-treppe bezeichnet. Bild 2 zeigt beispielhaft eine Sperrzeiten-treppe.

3. Belegungsrechnung ETCS mit festen Blöcken

In neuen Architekturen der Leit- und Sicherungstechnik (LST) verschieben sich Funktionalitäten zwischen den einzelnen Komponenten. Diese Anpassungen sind auch in der Belegungsrechnung zu berücksichtigen. Für ETCS-basierte Konfigurationen gibt Bild 3 einen Überblick und ordnet Funktionen dem Stellwerk (IXL), dem Radio Block Center (RBC), dem Traffic Management System (TMS) und dem Zug zu.



2: Sperrzeitentreppe bei optischer Signalisierung

	"Overlay" ETCS L2	"Classic" ETCS L2	ETCS L2+	ETCS L3 Hybrid	ETCS L3 Mov. Bl.
IXL	Weichensteuerung				
	Bidirektionale Schnittstelle Stellwerk ↔ RBC				
	Gleisfreimeldung Fahrstraßenbildung	Gleisfreimeldung Fahrstraßenbildung	Gleisfreimeldung Fahrstraßenbildung	Gleisfrei- meldung Fahr- straßen- bildung	Gleisfrei- meldung Fahr- straßen- bildung
RBC	Erteilung Fahrterlaubnis (MA)				
TMS	Kontrolle und Überwachung der Strecken und Knoten				
	Optimierung des Betriebsablaufes in Kombination mit ATO				
Zug	ATO				
	Zugintegritätsprüfung				

3: Zuordnung von Funktionalitäten zu Stellwerk (IXL), Radio Block Center (RBC), Traffic Management System (TMS) und Zug

Die EOA eines Zuges „springt“ nicht mehr von Signal zu Signal, sondern wird dynamisch verschoben.



Unter konventioneller Signalisierung wird insbesondere das Ende einer Fahrterlaubnis signalisiert, jedoch keine Informationen über die noch zur Verfügung stehende freie Strecke angezeigt. Unter ETCS Full Supervision (FS) – unabhängig von Level und Moving Block – wird dieser Ansatz umgekehrt: Jede Zugfahrt erhält eine Fahrterlaubnis (Movement Authority, MA), welche die Fahrt bis zu einem definierten Punkt (End of Authority, EOA), erlaubt. Eine EOA entspricht in der Regel einem Signalstandort (auch ETCS Stop Marker, ETCS Location Marker). Bei heutigen Stellwerken resultieren unter ETCS damit Blöcke analog konventioneller Signalisierung. Die Übermittlung der Signalbegriffe an den Triebfahrzeugführer erfolgt nicht mehr durch die Signale, sondern durch eine Führerstandssignalisierung auf dem Driver Machine Interface (DMI). Die durch konventionelle Signale unterteilte Strecke kann durch zusätzliche ETCS Blockkennzeichen/Halt-Tafeln auch in Blöcke unterhalb der Vorsignalabstände unterteilt werden. Durch die Dunkelschaltung von Signalen (oder auch allein durch betriebliche Regelungen) können widersprüchliche Signalisierungen verhindert werden.

Um unter ETCS FS eine Fahrzeitverlängerung auszuschließen muss die MA verlängert werden, bevor der Tf die Bremsung auf die vorliegende EOA einleitet. Dabei wird in der Belegungsrechnung angenommen, dass der Tf anfängt zu bremsen, sobald eine Beeinflussung durch die Indication Curve angekündigt wird. Das entsprechende Verfahren wurde u.a. 2010 durch BÜKER, KOGEL, NIEßEN [3] im Auftrag der UIC standardisiert. Für die Fahrzeitrechnung wird nicht die Indication Curve, sondern die Permitted Curve unterstellt. Annahme ist, dass bei Bremsung auf einen planmäßigen Halt oder auf eine reduzierte Zielgeschwindigkeit ein gelbes DMI akzeptiert wird. (In der Realität wird die tatsächliche Trajektorie zwischen Indication und Permitted liegen, Unschärfen durch das Verhalten der Tf sind jedoch in jeder Fahr-

zeitrechnung, unabhängig des Zugsicherungssystems, unvermeidbar.)

Notwendig zur Durchführung der Belegungsrechnung ist somit die Nachbildung des ETCS-Bremskurvenmodells. Hier nutzt dessen Standardisierung in ETCS Baseline 3 an der Schnittstelle zwischen Infrastruktur und Fahrzeug. Die Annäherungsfahrzeit wird berechnet, indem die ETCS-Überwachungskurven an jeder möglichen EOA in Abhängigkeit des Zuges (z. B. Bremsvermögen), der Infrastruktur (z. B. Neigung, Distanz zum Gefahrenpunkt/SVL) und weiterer Randbedingungen (z. B. Wegmessfehler) aufgebaut werden. Der Punkt, an dem die Indication Curve die tatsächliche Trajektorie des Zuges schneidet (an dem das DMI nach „Gelb“ wechseln würde), wird als Indication Point bezeichnet. Hier (minus System- und Fahrstraßenbildezeiten) muss der nächste Block freigegeben sein. Die Annäherungsfahrzeit ist die Zeit zwischen Vorbeifahrt der Zugspitze an diesem Punkt bis zum Erreichen der EOA.

Nach einem planmäßigen Halt muss die Annäherungsfahrzeit abweichend von der beschriebenen Logik berechnet werden. Anstelle der Berechnung des Indication Points wird die Annäherungsfahrzeit definiert als Fahrzeit zwischen Halteplatz und EOA, zuzüglich einer festen Abfertigungszeit, die den Abfertigungsprozess berücksichtigt. Dieser darf erst gestartet werden, wenn dem Zug eine gültige MA vorliegt, daher muss er in der Annäherungsfahrzeit berücksichtigt werden.

Es entstehen neue Zeitkomponenten, die bei der Belegungsrechnung berücksichtigt werden. Im Falle von ETCS Level 2 sind folgende Zeitkomponenten relevant:

- MA-Bildung: Die MA wird vom RBC auf Basis von Stellwerksdaten (z. B. Signalbegriffe und Weichenlagen) gebildet.
- MA-Kommunikation: Je nach Architektur sendet das RBC die MA, sobald sie erstellt wurde, oder die MA wird übermittelt, wenn der Zug eine Verlängerung anfragt. In ungünstigen Konstellationen wird eine verfügbare MA just „verpasst“.
- MA-Übertragung: Übertragung vom RBC via Datenfunk zur ETCS Onboard-Unit (OBU)
- MA-Interpretation: Zeit zur Verarbeitung der neuen MA durch die OBU

Die aufgeführten Systemzeiten ersetzen bzw. ergänzen die Reaktions- und Sichtzeit bei optischer Signalisierung. Fahrzeit im Block sowie Räumfahrzeit und Fahrstraßen-

bilde-/auflösezeit werden bei ETCS Level 1 und Level 2 weiterhin berücksichtigt.

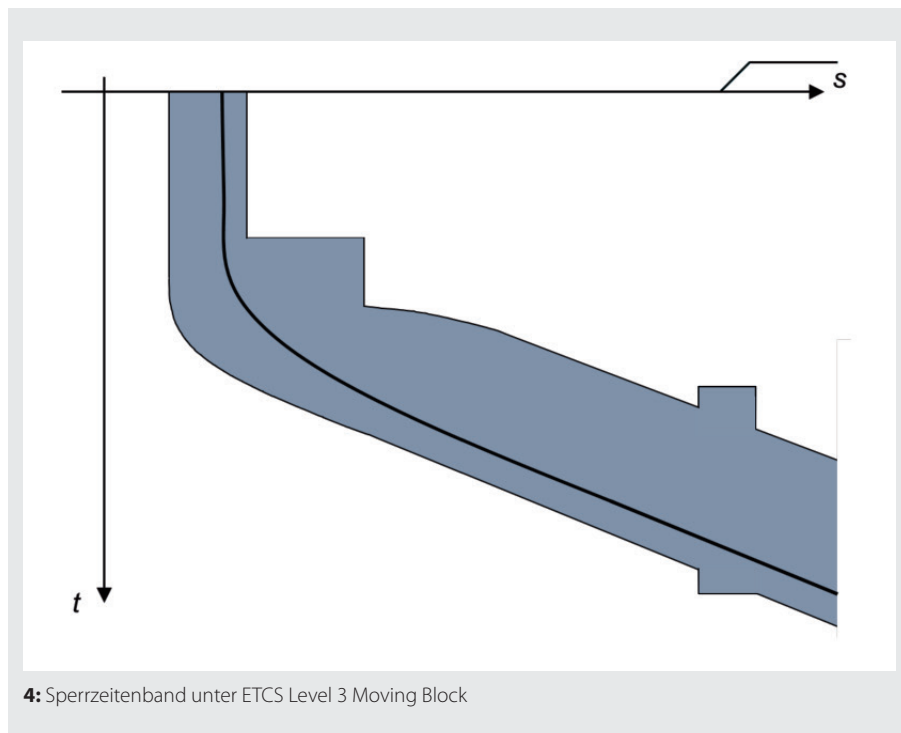
Durch die Weiterentwicklung hin zu ETCS Level 3 Hybrid ist eine Reduzierung der Gleisschaltmittel (z. B. Achszähler) möglich. Dazu müssen Züge, die mit ETCS Level 3 Hybrid verkehren, mit einer Zugvollständigkeitsprüfung ausgestattet sein. Durch die Vollständigkeitsprüfung können (virtuelle) Blöcke freigefahren werden, ohne dass die Freimeldung durch Überfahren eines Gleisschaltmittels erfolgt. Stattdessen wird der (virtuelle) Block ggf. durch die Interpretation des zyklisch gesendeten Train Position Reports (TPR) durch das RBC freigegeben. Das RBC übernimmt dementsprechend teilweise Funktionalitäten des Stellwerks (vgl. Bild 3). Für die Belegungsrechnung bedeutet dies, dass die Räumfahrzeit dadurch bestimmt wird, dass der Zug den (virtuellen) Block geräumt hat. Bei der Bestimmung des Zugendes muss unter Berücksichtigung des Odometriefehlers das sichere Zugende bestimmt werden. Neben der Fahrstraßenauflösezeit muss für ETCS Level 3 Hybrid zusätzlich der TPR-Zyklus berücksichtigt werden, also der zeitliche Abstand, mit dem der Zug seine Position meldet.

4. Belegungsrechnung ETCS Level 3 mit Moving Block

Unter ETCS Full Supervision ohne Moving Block folgt die Berechnung der Annäherungsfahrzeit zwar einer anderen Methodik als bei Außensignalisierung, durch die ortsfesten EOA bestehen jedoch weiterhin fest definierte Blöcke. Durch die Verwendung einer geometrischen Stellwerkslogik und der Zugintegritätsprüfung bei ETCS Level 3 ist es möglich, auf die feste Einteilung der Strecke in Blöcke zu verzichten und den so genannten Moving Block zu nutzen. (Eine wesentliche Anpassung betrieblicher Vorschriften ist darüber hinaus zwingend und eine hochpräzise Lokalisierung ratsam.) Die EOA eines Zuges „springt“ nicht mehr von Signal zu Si-

Auch in einem
geometrischen Stellwerk
müssen Abschnitte
exklusiv belegt werden.

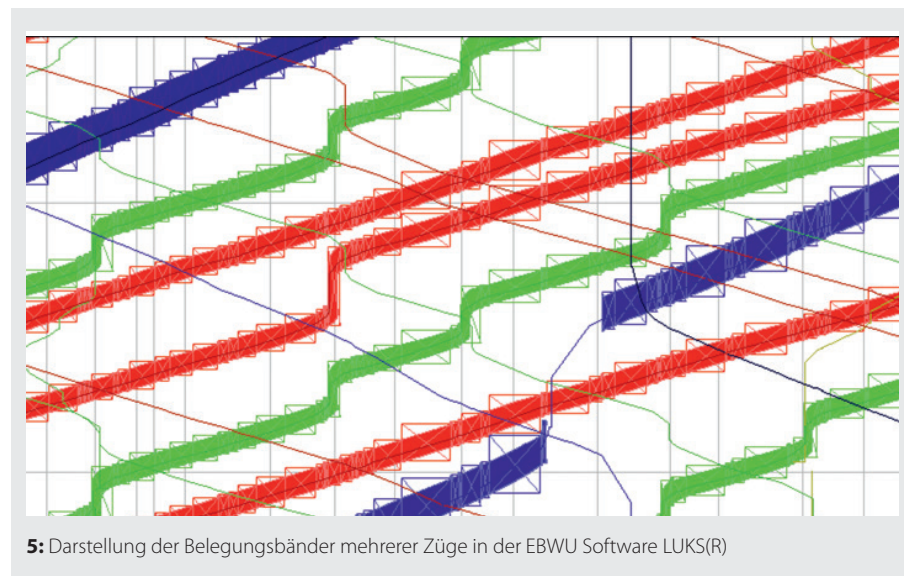




gnal, sondern wird dynamisch verschoben. Bild 4 zeigt die so entstehende Belegung in vereinfachter Form (siehe Erläuterung). Nachfolgende Ausführungen sind neben ETCS Level 3 auch auf CBTC-Systeme übertragbar.

Aus Sperrzeitenentreppten werden scheinbar Sperrzeitenbänder. Bild 5 zeigt beispielhaft die Sperrzeitenbänder mehrerer Zugfahrten in der EBWU-Software LUKS(R). Die grundsätzliche Methodik der Belegungsrechnung bleibt bestehen:

- Die Berechnung der Annäherungsfahrzeit erfolgt kontinuierlich. Der Indication Point wird nicht mehr von der EOA rückwärts berechnet, sondern von der Position der Zugspitze ausgehend wird die jeweils notwendige Distanz ermittelt, welche die EOA vor dem Zug liegen muss, damit der Indication Point der Zugspitze entspricht. Die EOA wird so vor dem Zug „hergeschoben“, dass das



DMI immer kurz vor dem Übergang in den gelben Zustand ist.

- Die Fahrzeug im Block entfällt.
- Die Räumfahrzeit entspricht der Zeit, die der Zug braucht, um seine Zuglänge und je nach Systemkonfiguration eine definierte Räumstrecke zu fahren.
- Die Fahrstraßenauflösezeit bleibt bestehen.
- Die Systemzeiten bleiben grundsätzlich bestehen. Die Kommunikation zwischen Zug, RBC und Stellwerk läuft zyklisch ab. Dies führt dazu, dass die Sperrzeitenbänder ebenfalls eine Treppenstruktur aufweisen. Je nach Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems ist diese unterschiedlich stark ausgeprägt. Im Gegensatz zur wegabhängigen Struktur der Sperrzeitenentreppten sind die Stufen der Sperrzeitenbänder nur abhängig von der Zeit.
- Die Fahrstraßenbildungszeit gibt es als solche unter ETCS Level 3 Moving Block nicht mehr. Sie wird zum einen ersetzt durch die Weichenumlaufzeit je Weiche, welche in Bild 4 zu sehen ist. Zum anderen berücksichtigen die zuvor beschriebenen Systemzeiten, dass auch in einem geometrischen Stellwerk mit Moving Block (flexible) Abschnitte exklusiv belegt werden müssen.

Verschiedene Infrastrukturelemente sowie Betriebsprozesse sind im Zusammenspiel mit dem Moving Block einen detaillierten Blick wert:

- Weichen: Weichen können nicht sukzessiv belegt werden, da sie gesamthaft umlaufen. Die EOA wird, sobald sie den Anfang einer Weiche erreicht bis zum Weichenende verlängert, sodass in der Belegungsrechnung ein Block entsteht. Vor der Belegung der Weiche ist zudem sicherzustellen, dass diese falls notwendig umlaufen kann. Daher werden Weichen um ihre Weichenumlaufzeit früher belegt als die freie Strecke, die beschriebenen Blöcke stechen nach oben aus dem Belegungsband heraus. Die Freigabe der Weichen erfolgt für die gesamte Weichenlänge erst, nachdem das sichere Zugende die Weiche vollständig geräumt hat.
- No Stopping Zones: Beispiele von No Stopping Zones sind elektrische Streckentrennungen oder große Steigungen, in denen das Wiederanfahren nach dem Stillstand nicht möglich ist. Die Belegung erfolgt analog der Weichenbelegung ge-

Teilweise müssen zukünftig auch Funktionalitäten des TMS in der Belegungsrechnung abgebildet werden.



- samthaft von Einfahrt der Zugspitze bis Räumung durch das sichere Zugende.
- **Zugabfertigungszeit:** Der grundsätzliche oben beschriebene Ansatz der Berechnung der Annäherungsfahrzeit nach einem planmäßigen Halt wird bei der Belegungsrechnung unter ETCS Level 3 Moving Block beibehalten. Allerdings kann die MA nicht bis zur nächsten Halt-Tafel/Blockkennzeichen, sondern für eine beliebige Strecke erteilt werden. Bild 4 zeigt die entstehende Belegung. Bei der Definition der Länge der MA muss zwischen Kapazitätsverbrauch und Sicherstellung des Anfahrens des Zuges abgewogen werden. So kann diese kurz ausfallen, wenn nur die Anfahrt des Zuges sichergestellt werden soll, oder mehrere hundert Meter betragen, um die vollständige Räumung des Halteplatzes zu gewährleisten.
- **Geschwindigkeitsschwellen:** Durch die Akzeptanz des gelben DMI kann während einer Bremsung unter Moving Block auch die Vorbelegung mit der Permitted Curve anstatt mit der Indication Curve berechnet werden. Die Vorbelegung sinkt um die Bremsaufbauzeit der Betriebsbremsung sowie die systemimmanente Reaktionszeit (in Summe mindestens 9 Sekunden gemäß SRS 3.6.0). Unter bestimmten Randbedingungen (zusätzliche Geschwindigkeitswechsel), kann dadurch die Zugfolgezeit zweier aufeinander folgender Züge merklich reduziert werden.

Die Steuerung des Zugbetriebes wird in Kombination mit ETCS Level 3 Moving Block voraussichtlich nur mit Automatic Train Operation (ATO) und TMS erfolgen. Während ATO die Steuerbefehle des TMS umsetzt, wirkt ETCS im Hintergrund überwachend. Die Abgrenzung dieser Funktionen in der Belegungsrechnung funktioniert so lange, wie ihre Funktionalitäten strikt getrennt sind. Teilweise müssen zukünftig jedoch auch Funktionalitäten des TMS in der Belegungsrechnung abgebildet werden:

- **Zugabfertigungszeit:** Die oben beschriebene Länge der MA bei Abfahrt kann nach verschiedenen Zielparametern variiert werden. Dies wird durch das TMS ausgeführt, sodass die Wechselwirkungen in der Belegungsrechnung abgebildet werden müssen.
- **Verkettung von Weichen:** Insbesondere in Bahnhofsköpfen müssen mehrere

Weichen in kurzen Abständen umlaufen. Dabei werden wechselseitige Abhängigkeiten dieser Weichen mit der beschriebenen Belegungsrechnung bisher nicht abgebildet. In der Regel dürfen zur Begrenzung des Strombedarfes jedoch nicht alle Weichen parallel umlaufen, so dass die hier vorliegenden Abhängigkeiten im TMS zu berücksichtigen sind. Diese Berücksichtigung muss – unabhängig von der ETCS Überwachung – auch in die Belegungsrechnung eingehen.

- **Betriebliche Optimierung:** Die dynamische Verschiebung der EOA bietet in Kombination mit der dynamischen Anpassung verschiedener ETCS Systemparameter Potential, die ETCS-Überwachung an die aktuell vorliegende Betriebssituation anzupassen, um eine Zugfahrt entweder Fahrzeit- oder Belegungsoptimal durchzuführen.

5. Ausblick

Es wurde aufgezeigt, welche Anpassungen an der Sperrzeitentheorie notwendig sind, um den Kapazitätsverbrauch einer Zugfahrt mit ETCS Level 3 Moving Block zu bestimmen. Wo früher der Kapazitätsverbrauch „einfach“ auf Basis der Infrastruktur und dem LST-Layout bestimmt werden konnte, sind nun wesentlich mehr Informationen notwendig und es müssen weitere Teilsysteme berücksichtigt werden, um der Komplexität gerecht zu werden.

Die dynamische Verschiebung der EOA anstelle ortsfester Blockgrenzen geht mit erheblichen technologischen Neuerungen und finanziellen Investitionen einher. Umso relevanter wird nicht nur die objekti-

ve Quantifizierung von Kapazitätseffekten, sondern auch die betriebliche Optimierung bereits in frühen Entwicklungsphasen neuer Technologien. Mit der aufgezeigten Methodik kann dies bewerkstelligt werden. ●

Literatur

- [1] T. Büker, T. Graffagnino, E. Hennig und A. Kuckelberg, „Enhancement of Blocking-time Theory to Represent Future Interlocking Architectures,” in RailNorrköping 2019. 8th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (ICROMA), Norrköping, Sweden, June 17th–20th, 2019, 2019.
- [2] O. Happel, „Sperrzeiten als Grundlage für die Fahrplankonstruktion,” ETR – Eisenbahntechnische Rundschau, pp. 79–90, 8 1959.
- [3] T. Büker, B. Kogel und N. Nießen, „Influence of the European Train Control System (ETCS) on the capacity of nodes,” UIC, Paris, May 2010.



www.eurailpress.de/archiv/moving+block/

Summary

Capacity calculation in the Moving Block – tricky details

The capacity requirements of a train ride can be calculated with the allocation calculus according to the lock time theory. The train control system has thereby a decisive influence. Due to technological developments in the coming years, the calculation of lock time diagrams of fixed blocks has to be extended for the calculation of lock time bands in the Moving Block. Besides the development of new methods, the main challenge here is the mapping of new system components.