

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-



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.

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

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.