

herung hängt dabei von der Größe der Blockabstände ab. Je kleiner diese sind, desto mehr nähert es sich dem „Moving Block“ an, obwohl noch immer auf diskrete aber eben virtuelle Blöcke gefahren wird. Die Verkleinerung der Blockabstände kann im Theoretischen so weit geführt werden, dass diese einige Meter kurz werden. Sobald dies der Fall ist, ist der „Moving Block“ praktisch vorhanden. Im Unterschied zu ETCS L3 sind aber immer noch infrastruktureitige Gleisfreimeldeanlagen notwendig [4], dafür entfällt aber die sog. „Communication Period“.

Um mit den Analysen zu den erreichbaren Mindestzugfolgezeiten beginnen zu können, musste in OpenTrack zuerst die Infrastruktur der Wiener S-Bahn-Stammstrecke angepasst werden. Als Grundlage diente die bereits mit ETCS L2 ausgerüstete Strecke. In den Bereichen um die Bahnsteige in den Betriebsstellen wurde diese Infrastruktur um weitere Blöcke ergänzt. Hierfür wurden virtuelle Signale in Abständen von 50 m zueinander eingefügt. In Richtung Wien Floridsdorf–Wien Meidling bei einer Haltezeit von 60 Sekunden ergeben sich daraus folgende Mindestzugfolgezeiten, die in Bild 5 ersichtlich sind.

Es ist zu erkennen, dass aufgrund der Blockverdichtung eine deutliche Verbesserung der Mindestzugfolgezeiten gegenüber dem Ausgangszustand mit PZB möglich ist. Im Vergleich zum ETCS L2, bei welchem sich die Kapazität der Strecke gegenüber der PZB aufgrund der restriktiveren Bremskurven sogar verschlechtert hat, können durch den Einsatz einer Blockverdichtung in den Haltestellenbereichen die Mindestzugfolgezeiten unter ETCS L2 bei allen Garnituren verbessert werden.

8 Gesamtergebnis

In Bild 6 ist das Ergebnis der Analysen für die Richtung Wien Floridsdorf–Wien Meidling, getrennt nach Garnituren und Zugsicherungssystemen bei einer Haltezeit von 60 Sekunden, graphisch dargestellt. Es lässt sich zeigen, dass allein der Einsatz alternativer, moderner Zugsicherungssysteme eine Möglichkeit bietet, die Mindestzugfolgezeiten auf der Wiener S-Bahn-Stammstrecke zu verringern. Der reine Einsatz von ETCS L2 führt jedoch im Vergleich mit der derzeitig verwendeten PZB zu keiner Verbesserung. Aufgrund der restriktiveren Bremskurven ist vielmehr das Gegenteil der Fall, da sich die Mindestzugfolgezeiten sogar vergrößern. Somit ist es in der Planung notwendig, die bestehende Blockteilung zu überdenken und im Haltestellenbereich zu verdichten, um die gewünschte Verkürzung der Mindestzugfolgezeit erreichen zu können. Wie die Analysen mit OpenTrack für die Wiener S-Bahn-Stammstrecke zeigen, lassen sich dadurch deutliche Kapazitätsgewinne erzielen. In den durchgeführten Simulationen wurden die Mindestzugfolgezeiten in beide Richtungen um durchschnittlich mehr als 25 Sekunden verkleinert. In Abhängigkeit davon, wie detailliert die Blockverdichtung auf der Infrastruktur durchgeführt wird, können noch weitere Verringerungen der Zugfolgezeiten erreicht werden.

Das modernste der in diesem Beitrag betrachteten Zugsicherungssysteme, ETCS L3, ermöglicht die mit Abstand geringsten Mindestzugfolgezeiten. Durch die Verwendung des „Moving Blocks“ sind keine ortsfesten Blockabschnitte mehr notwendig, wodurch sich die Kapazität einer damit ausgerüsteten Strecke deutlich erhöhen lässt. Im Hinblick auf die Wiener S-Bahn-Stammstrecke lassen sich somit im Vergleich zur PZB die Mindestzugfolgezeiten um durchschnittlich mehr als 40 Sekunden verringern, was nochmals eine deutliche Verbesserung zu ETCS L2 mit Blockverdichtung darstellt. Um dies jedoch umsetzen zu können, müssen erst alle auf dieser Strecke verkehrenden Züge mit einer funktionsfähigen Zugintegritätsprüfung ausgerüstet sein. Garnituren, die eine solche nicht besitzen, können diesen Streckenabschnitt nicht mehr befahren oder müssten mit konventioneller PZB verkehren. ■

ban railway line. Using ETCS L2 alone, however, does not improve the headways, but actually worsens them in comparison with the current PZB system due to the more restrictive braking curves of ETCS L2. Therefore, redesigning the current block sections and condensing them near the platforms is necessary in order to shorten the headways. This leads to a reduction of headways by more than 25 seconds. More improvements are also theoretically possible depending on how detailed and widespread the shortening of the block sections on the route was.

The most modern train protection system, ETCS L3, enables the shortest headways. The “Moving Block” makes wayside block sections obsolete which in turn greatly increases the capacity of any route equipped with it. On the Viennese urban railway line, ETCS L3 generally shortened the headways by about 40 seconds in comparison with the current PZB system. This is also a significant improvement in comparison with ETCS L2 with shortened block sections. However, in order to implement this, every train operating on the line has to be equipped with an end-of-train device. Train sets which do not have such a system either cannot operate on the line at all or must operate under the current PZB system.

LITERATUR | LITERATURE

- [1] <https://www.citypopulation.de/de/austria/agglo/>, 25.07.2019, 18:00
- [2] Elsner, M.; Garstenauer, K.: Pünktlicher Betrieb auf der Wiener S-Bahn oder: Grenzen der Liberalisierung, in: Eisenbahn-Revue, 06/2019, S. 300-301
- [3] Hürlimann, D.: Handbuch OpenTrack / Betriebssimulation von Eisenbahnnetzen, Version 1.9, Zürich, 2019
- [4] Eichenberger, P.: Kapazitätssteigerung durch ETCS, in: SIGNAL+DRAHT, 03/2007, S. 6-14

AUTOREN | AUTHORS

Dipl.-Ing. Maximilian Wirth, BSc.

Graduate of the Master degree programme
“Rail Technology and Management of Railway Systems”
FH St. Pölten

Anschrift/Address: Matthias Corvinus-Straße 15, A-3100 St. Pölten
E-Mail: bm171821@fhstp.ac.at

PD Dr. techn. Andreas Schöbel

CEO
OpenTrack Railway Technology GmbH
Anschrift/Address: Kaasgrabengasse 19/8, A-1190 Wien
E-Mail: andreas.schoebel@opentrack.at