

ETCS Level 2 auf dem israelischen Netz

The ETCS Level 2 deployment in Israel

Thorsten Bükler | Alex Dubov

Erhebliches Nachfragewachstum führte dazu, dass der Ayalon-Korridor in Tel Aviv heute den maßgeblichen Engpass des israelischen Netzes darstellt. Um die zügige Netzentwicklung sicherzustellen, verfolgt Israel Railways Ltd. einen dreistufigen Ansatz zur Auflösung dieser Restriktion. Im ersten Schritt wurde die Leistungsfähigkeit von zehn auf 14 Züge pro Stunde/Richtung erhöht. Dieser Beitrag beschreibt den zweiten Schritt hin zu 17 Zügen, welcher auf einem netzweiten Rollout von ETCS Level 2 und der Elektrifizierung des Netzes beruht.

1 Einführung

Einst Teil der Ports and Railways Authority, wurde Israel Railways Corporation Ltd. (ISR) im Jahr 2003 in ein unabhängiges Unternehmen im Staatsbesitz überführt. Eine umfangreiche Entwicklungsstrategie trug schnell Früchte und führte zu einer stetig wachsenden Nachfrage im Personen- und Güterverkehr über die letzten 15 Jahre. Gegenwärtig rangiert Israel weltweit auf dem 30. Platz hinsichtlich der Zugfahrten je Einwohner. Bild 1 gibt einen Eindruck über das kontinuierliche Wachstum.

Gegenwärtig befindet sich ein Netz von 1300 km Streckenlänge im Betrieb, welches in Bild 2 skizziert wird. In den letzten fünf Jahren wurden die grünen Netzbereiche in Betrieb genommen. Die roten Netzbereiche befinden sich hingegen noch im Bau. Die Aufnahme des Vorlaufbetriebs auf der Anbindung Jerusalems über die „A1“ ist für den Herbst 2018 geplant. Sie wird die Reisezeiten zwischen Tel Aviv und der Hauptstadt auf knapp unter 30 Minuten verkürzen – ein Drittel der heute notwendigen Reisezeit durch das Mittelgebirge. Parallel zu den Netzerweiterungen wurde bereits das Gros der Relais-Stellwerke durch elektronische Stellwerke ersetzt und die Arbeiten zur Elektrifizierung des Netzes wurden im letzten Jahr begonnen.

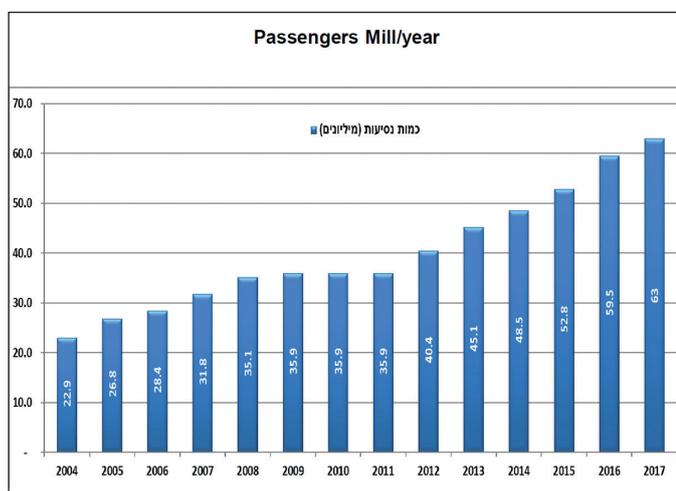


Bild 1: Fahrgastaufkommen pro Jahr im Zeitraum 2004 – 2017

Fig. 1: The number of passengers per year in 2004 – 2017

Considerable increases in demand have meant that the Ayalon corridor in Tel Aviv is now the most serious bottleneck in the Israeli network. In order to support the rapid development of the network, Israel Railways Ltd. have adopted a three-phased approach to overcoming the resulting restrictions. The capacity was raised from ten to 14 trains per hour and direction in the first step. This article describes the second step leading towards 17 trains, which is based on the network-wide rollout of the ETCS Level 2 and the electrification of the network.

1 Introduction

Once part of the Ports and Railways Authority, the Israel Railways Corporation Ltd. (ISR) was established as an independent government-owned company in 2003. A comprehensive development strategy quickly bore fruit and has led to rapidly expanding passenger and freight demand over the past 15 years. Israel currently ranks 30th in the world in terms of annual train trips per capita. Fig. 1 gives some idea of the continuous growth.

A network of about 1300 track-km of line is currently under operation. Fig. 2 provides an overview of this network. The green sections have come into operation during the last five years, while the two red sections are currently under construction. The Jerusalem “A1” link is scheduled to enter preliminary commercial service in autumn 2018, thereby reducing journey times between Tel Aviv and the capital to less than thirty minutes; a third of the current travel time on the upland line. The majority of the relay interlocking systems have been replaced with electronic interlocking systems and the electrification of the network began last year in parallel with the network extensions.

The Israeli network shows strong similarities with the German railway system in terms of its rolling stock and its command/control systems:

- The implemented signalling system is closely related to German H/V system.
 - The automatic train protection is performed using a modified version of INDUSI I60R.
 - The operational rules for nominal and degraded modes reveal considerable parallels.
- Nevertheless, there are also some differences to the German situation, which are also of partial relevance for the ETCS rollout:
- The safety distances are comparatively short. The routes do not offer a variety of overlaps.
 - Almost all the lines feature double-track operations in both directions under full signalling coverage.
 - There is no joining / splitting of trains.

Voice and data communications are provided by Motorola VHF (a private network of the ISR) and MIRS (public communication) systems.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für VIA Consulting & Development GmbH /
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten
genehmigt von DVV Media Group, 2018.

Hinsichtlich Rollmaterial und Zugsicherungstechnik besteht eine ganz erhebliche Verwandtschaft zum deutschen Bahnsystem:

- Die Signalisierung ist eng an das deutsche H/V-System angelehnt.
- Als Zugsicherung kommt eine adaptierte Version der INDUSI I60R zum Einsatz.
- Die Fahrdienstvorschrift zeigt für den Regel- und Rückfallbetrieb erhebliche Ähnlichkeiten auf.

Nichtsdestotrotz bestehen auch Abweichungen zur deutschen Situation, welche teilweise von Relevanz für das Rollout von ETCS sind:

- Gefahrpunktabstände sind vergleichsweise kurz. Es liegen keine Wahldurchrutschwege vor.
- Beinahe alle Strecken können im Gleiswechselbetrieb befahren werden.
- Trennen und Vereinigen von Zugfahrten wird nicht verfolgt. Sprech- und Datenfunk beruhen auf Motorola VHF (eigenes Netz der ISR) sowie MIRS (öffentliches Netz).

2 Der Ayalon-Korridor als Herz des israelischen Netzes

Bild 3 illustriert das Linienschema des Personenverkehrs zu Beginn 2018. Es ist schnell ersichtlich, dass beinahe alle Linien in die Metropole Tel Aviv führen, welche eine enorme Anzahl an Tagespendlern anzieht. Innerhalb von Tel Aviv wurden im Jahr 1990 die zwei früheren Kopfbahnhöfe Tel Aviv Central (in der Nähe der heutigen Station HaShalom) und Tel Aviv South (im Südwesten der Stadt nahe Jaffa gelegen) entlang des Ayalon-Flusses und der Schnellstraße verknüpft. Seitdem verkehrt der Großteil der Linien entlang dieses Ayalon-Korridors und es erfolgt ein reger Fahrgastwechsel an den vier Bahnhöfen.

Bild 4 stellt die Gleis topology des Ayalon-Korridors schematisch dar. Während die Küstenstrecke (westliche/untere Gleise) durchgängig zweigleisig ausgeführt ist, weist die Oststrecke teilweise nur reine Streckengleise auf. Obgleich der Ayalon-Korridor bidirektionalen Betrieb auf allen Abschnitten erlaubt, wird dieser im Regelfall nur auf der Oststrecke angewendet. Auf dieser verkehren die lokalen Leistungen (rote und blaue Linien in Bild 3) wechselweise zwischen Hagana und Tel Aviv Merkaz. Die zulässige Streckengeschwindigkeit entlang des Ayalon beträgt 80 km/h, wird punktuell jedoch durch die Weichenlage weiter limitiert. Seit kurzer Zeit weisen alle Bahnsteige entlang des Ayalon die baulich maximal mögliche Länge auf.

Zu Beginn dieses Jahrzehnts erreichte der Ayalon-Korridor erstmals die Kapazitätsgrenze. Im urbanen Umfeld steht jede Steigerung der Leistungsfähigkeit jedoch im Widerspruch zu vielfältigen Randbedingungen. Daher verfolgt ISR einen dreistufigen Ansatz zur Erhöhung der Kapazität im Herzen des Netzes:

- In der ersten Phase, abgeschlossen in 2015, wurde der Durchsatz durch Einführung von 700-m-Blöcken und veränderten Betriebsformen gesteigert. Es sind in Spitzenzeiten bis zu 14 Züge je Stunde/Richtung möglich (vier Trassen wechselweise in der Eingleisigkeit und zehn Trassen auf der Küstenstrecke). Seitdem werden die Mindestzugfolgezeiten durch die Belegung der Halteplätze determiniert, deren Länge ohne Verletzung der Beziehung von Vor- und Hauptsignal nicht weiter reduziert werden kann. Eine detaillierte Beschreibung der seinerzeit getroffenen Überlegungen hinsichtlich Sicherheit und Kapazität wird in [1] gegeben.
- In Phase II soll die bestehende Beschränkung durch die Einführung von ETCS Level 2 aufgehoben werden. Es wird nicht nur eine Steigerung der Sicherheit, sondern auch eine Erhöhung der Kapazität auf 13+4 Züge pro Richtung und Spitzenstunde angestrebt. Dieser Effekt resultiert aus der Einführung kurzer Teilblöcke entlang der Bahnsteigkanten. Zur Aufnahme des Vollbetriebs auf der A1 ist eine Erhöhung der Kapazität zwingend notwendig. Die Komplettierung der ersten Stufe des ETCS-Rollouts ist für 2022 anvisiert.



Bild 2: Bahnnetz – Stand Sommer 2018; kürzliche Inbetriebnahmen grün, anstehende Erweiterungen rot

Fig. 2: The network as of the summer of 2018 with recent extensions (green) and upcoming extensions (red)

2 The Ayalon Corridor as the core of the Israeli network

Fig. 3 illustrates the passenger-service routes in place as of early 2018. It is quickly evident that almost all the services are directed towards the metropolis of Tel Aviv, which attracts an enormous number of daily commuters. Inside Tel Aviv, the two formerly dead-end stations of Tel Aviv Central (situated close to HaShalom Station) and Tel Aviv South (located in the southwest of Tel Aviv in the area of Jaffa) were integrated into a continuous line along the Ayalon River, which is bounded by the lanes of a motorway running alongside, in 1990. Ever since then, most service lines have run through Tel Aviv with the majority of passengers (de-)boarding along the Ayalon corridor.

Fig. 4 provides a schematic overview of the track topology along the Ayalon corridor. While the coastal line (the western/lower tracks) is double-tracked throughout, parts of the eastern line only have one track. The coastal line tracks are operated exclusively in

III. Als Gegenstand einer letzten Phase wird die Umsetzung eines vierten Streckengleises erwogen. Dazu ist es jedoch notwendig, entweder das Flussbett zu verlegen oder auf Niveau +1 eine Infrastruktur herzustellen. Dieser Schritt ist eng verknüpft mit erheblichen Ausbauten nach Norden und Süden, welche auf eine Entmischung der Regional- und Fernverkehre abzielen. Nach dieser allgemeinen Einführung in die örtliche Situation fasst der folgende Abschnitt die Maßnahmen zur Umsetzung der Phase II zusammen. Es wird ein Einblick gewährt, welche Aktivitäten zusammenwirken müssen, um das Gesamtziel zu erreichen.

3 Handlungspfade und Phasen

Seit 2012 schreibt ISR stetig einen "ETCS Masterplan" fort, welcher die grundsätzliche Richtung vorgibt. Treiber für seine Erstellung waren seinerzeit die identifizierten Schwachstellen sowohl hinsichtlich Kapazität als auch Sicherheit:

- Während der Signalplanung zur Stufe I der Ayalon-Kapazitätserhöhung wurde klar, dass die notwendige Kapazität zur Erfüllung der mittel- und langfristigen Nachfrageprognose nicht durch konventionelle Außensignalisierung geleistet werden kann. Da wesentliche Infrastrukturausbauten nur in der langfristigen Perspektive realisierbar sind, wurde eine Zwischenstufe II auf Grundlage von ETCS ins Leben gerufen.

one direction under normal conditions. The eastern track, by contrast, is used bidirectionally for local services (the red and dark-blue service routes in fig. 3), which are worked between Hagana and Tel Aviv Merkaz in a zigzag pattern. A maximum speed of 80 km/h is permitted along the Ayalon corridor, although there are considerably slower sections, notably due to the switch-system restrictions. Recently, all the platforms along the Ayalon corridor have been extended to their maximum possible length.

The Ayalon corridor reached its capacity limit at the beginning of this decade. Any structural capacity extension is subject to numerous constraints in an urban environment. That is why the ISR has decided to pursue a phased approach to boosting the capacity of the network's core:

- I. In the first stage, which was completed in 2015, the line throughput was raised by means of the implementation of 700 m block sections and altered operating procedures. 14 trains per hour and direction were enabled during peak hours (four hourly trains in a zigzag pattern plus ten hourly trains on the coastal line track). The minimum headway times are determined by the occupation of the platform block sections. Their length cannot be reduced any further while obeying the principle that the distant signal announces the aspect of the next main signal. A detailed description of the safety and capacity considerations at that time is set out in [1].
- II. In stage II, this limitation should be overcome through the introduction of ETCS Level 2. The system is not only designed to improve safety, but also to allow a further increase in the potential number of paths to 13+4 trains per peak hour and direction. This capacitive benefit of the ETCS is primarily derived from the introduction of shorter block sectioning along platforms. The increase in capacity is mandatory for the operation of a full service scheme on the A1. The completion of the first stage of the phased ETCS-rollout will be finished in 2022.

III. In the final stage, the addition of a fourth track along the Ayalon corridor may be considered. This would require either rerouting the river or placing the track at a different height. This measure is closely related to structural changes on the southern network line towards Lod and the northern section up to Herzliyya, which will finally enable the segregation of regional and long-distance trains.

After this general introduction to the local situation, the following section highlights the actions taken in order to implement Stage II. It provides an overview into how various activities need to be merged in order to achieve the overall goal.

3 The paths of action and the phases

Since 2012, ISR have continuously maintained an "ETCS Masterplan", which sets out the path to follow. The main drivers for its creation at the time were the identified weak points involving capacity and safety:

- While designing Stage I of the Ayalon signalling layout, it became evident that the capacity demand according to the mid and long-term prognoses could not be achieved using conventional signalling. Since major infrastructure amendments are only realisable in the long-term, an intermediate Stage II was created on the basis of the ETCS.
- In parallel, a train accident at the Netanya station in April 2011 boosted an internal analysis of safety drawbacks on the network. Attention was drawn to fact that the combination of short safety distances and I60R supervision principles

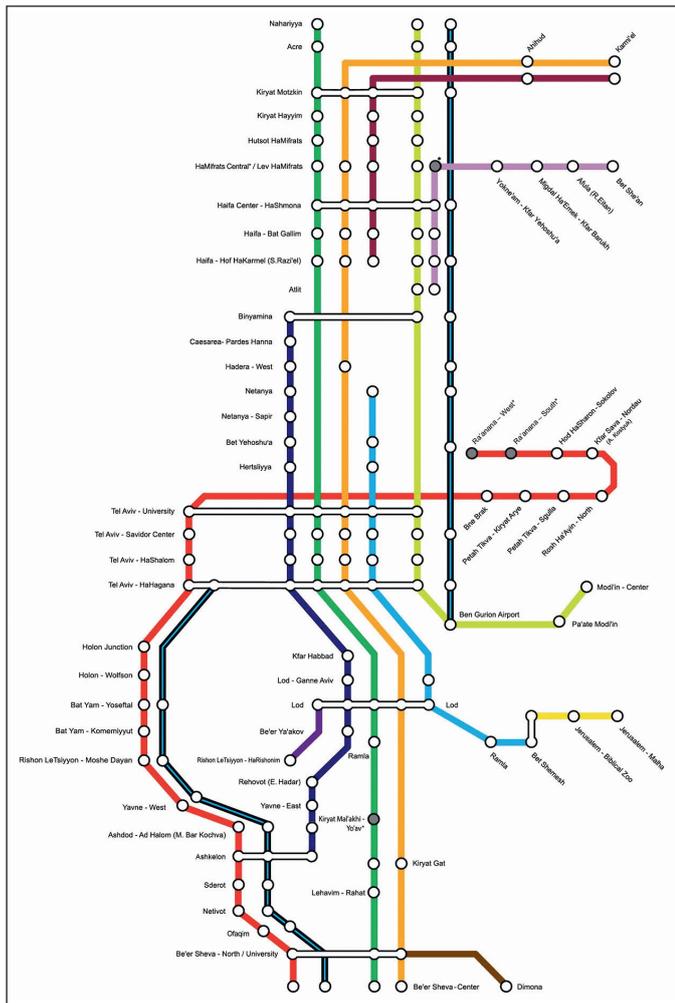


Bild 3: Linienschema des Personenverkehrs, Fahrplan 2017 – 2018
Fig. 3: The service routes in the 2017 – 2018 timetable

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für VIA Consulting & Development GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2018.

- Parallel löste der Unfall im Bahnhof Netanya im April 2011 eine interne Untersuchung von Sicherheitsrisiken aus. Diese zeigte auf, dass insbesondere die Kombination aus I60R und kurzen Gefahrpunktabständen zu wesentlichen Nachteilen führt. Während einige dieser Schwachpunkte durch "weiche" Maßnahmen (z. B. Anpassungen der Überwachungsfunktionen der I60R sowie betriebliche Prozesse) bereits abgemindert werden konnten, bedingen die verbleibenden Schwachstellen entweder wesentliche Umbauten oder einen Wechsel zu einem Zugsicherungssystem mit kontinuierlicher Überwachung. Da Ersteres vielerorts nicht machbar ist, wurde die Umstellung auf ein leistungsfähigeres Zugsicherungssystem gewählt.

Parallel zur technischen/betrieblichen Betrachtung einer Einführung von ETCS unter Federführung von ISR verfolgte das Transportministerium eine ökonomische Bewertung der Einführung, deren Resultate in [2] zusammengefasst werden. In 2015 wurde die Entscheidung zur Einführung von ETCS Level 2 getroffen und das notwendige Budget bewilligt. Die Umsetzung beruht auf fünf Säulen, die nachstehend dargestellt werden.

3.1 Ersatz der Stellwerke und Inbetriebnahme einer zweiten Betriebszentrale

Nachdem Thales gegenüber ISR in 2007 das End-of-Life der Relais-Stellwerke angekündigt hatte, vereinbarten beide Parteien eine Versorgung mit Ersatzteilen über 15 Jahre. Ein Ersatz der RSTW durch ESTW startete in 2014 und soll im Jahr 2023 abgeschlossen sein. Gegenwärtig ist die Stellwerkslandschaft zu 35 % auf Thales SpDrL72-2 und zu 65 % auf Thales L90 aufgeteilt. Die bisherige Erneuerung der Stellwerke gelang ohne wesentliche Behinderungen des laufenden Betriebs. Die Einführung der elektronischen Stellwerke geht mit einem Ersatz der Gleisstromkreise durch Achszähler einher. Da Erstere inkompatibel zum elektrischen Betrieb sind, ist dieser Schritt eine zwingende Vorarbeit zur Elektrifizierung des Netzes.

Ergänzend zur Erneuerung der Stellwerksgeneration wird ein neues Network Management and Traffic Control Center (NTC) in Lod, in unmittelbarer Nachbarschaft zum neuen Hauptsitz, in Betrieb genommen.

3.2 Einführung von GSM-R

Zwingend für den Betrieb von ETCS Level 2 ist ein GSM-R-Netz. Da GSM-R bislang weder für Funk- noch für Datenkommunikation genutzt wird, schrieb ISR zu Ende des Jahres 2016 den Aufbau und Betrieb eines GSM-R-Netzes für 20 Jahre nach dem Prinzip des „Design, Build, Maintain and Operate“ aus.

Im November 2017 erfolgte die Vergabe an ein Konsortium aus Nokia und Motorola zum Vertragswert von 84 Mio. EUR. Die Fertigstellung des Netzes wird für das Jahr 2022 erwartet. Das bestehende VHF-System wird als Rückfallebene für den Sprechfunk erhalten bleiben.

causes various safety shortcomings. While some of them could be mitigated using "soft" measures (i. e. adaptations of the I60R monitoring functions and operating rules), the remaining areas either required significant changes to the track layout or the introduction of a more sophisticated automatic train control system with continuous monitoring. Given that the first option was not possible in many places, the adoption of a more efficient train control system was chosen.

The Israeli Ministry of Transport also performed an economic evaluation, which has been outlined by [2], in parallel with the technical / operational investigation led by ISR. In 2015, the decision was taken to implement the ETCS Level 2 and the budget was granted. It is based on those five pillars, which have been described in the subsequent paragraphs.

3.1 The replacement of the interlocking systems and the implementation of a second NTC

After Thales informed ISR of the end-of-life of the relay interlocking systems in 2007, both parties agreed to a 15-year spare part supply. The replacement of relay interlocking systems with electronic interlocking systems started in 2014 and is planned to be completed in 2023. The ISR signalling system is currently based on the Thales SpDrL72-2 relay interlocking (35 % of the interlocking systems) and the Thales L90 electronic interlocking (65 % of the interlocking systems). So far, the rollout of the electronic interlocking systems has been managed in such a way so that the replacement has taken place without any disturbances to ongoing traffic. The implementation of the electronic interlocking systems is associated with the replacement of track circuits with axle counters. This action is a prerequisite for the network's electrification, as the former track circuits were incompatible with electric operations.

In addition to the upgrade of the interlocking generation, a network management and traffic control centre (NTC) is also being implemented in Lod, near the new headquarters.

3.2 The introduction of GSM-R

A GSM-R network is mandatory for the operation of ETCS Level 2. As GSM-R is currently not in place for voice or data communication, ISR announced a tender for the design, construction, maintenance and operation of a GSM-R network under a 20-year contract at the end of 2016.

In November 2017, a consortium of Nokia and Motorola was chosen to execute the 350 million NIS (84 million EUR) project. The GSM-R network is expected to be completed in 2022. A VHF radio communication system will be retained as a backup to the GSM-R for voice communication.

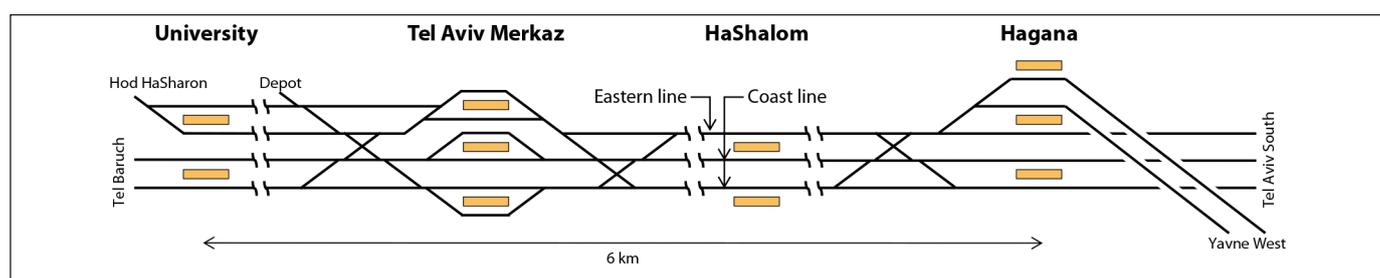


Bild 4: Gleistopologie des Ayalon-Korridors

Fig. 4: The schematic track layout of the Ayalon corridor

3.3 Streckenausrüstung ETCS

Im Januar 2017 schrieb ISR die streckenseitige Ausrüstung mit ETCS Level 2 im Sinne von "Design, Build, Maintain" aus. Der Vertragswert wurde in der Größenordnung von 615 Mio. EUR erwartet. Der Vertrag umfasst keine Leistungen an den Stellwerken, deren Vorbereitung losgelöst erfolgt. Das System soll den SRS 2.3.0d genügen, um Implementierungsrisiken zu reduzieren. Dies bedingt jedoch auch, Lösungen zum Umgang mit weiterhin vorhandenen Bahnübergängen zu finden.

Aus den drei präqualifizierten Bietern erhielt im Juni 2018 die Firma Thales den Zuschlag. Der Rollout soll in drei Phasen erfolgen:

- Phase 1 umfasst das Netz zwischen Herzliyya im Norden sowie Lod, Modi'in und Jerusalem Hauma im Süden/Osten. Die Einführung im Kern des Netzes beinhaltet zwei Radio Block Centre (RBC) (davon eine Reserve). Phase 1 des streckenseitigen ETCS-Rollouts korrespondiert zur Phase II des oben beschriebenen Maßnahmenpakets für den Ayalon-Korridor.
- Phase 2 ist konzentriert auf den nördlichen Netzteil, d. h. alle Strecken nördlich von Herzliyya sowie der östliche Bypass um Tel Aviv. Er erfordert die Einführung von vier RBC.
- Phase 3 umfasst schließlich den größten Netzbereich, nämlich das gesamte Netz südlich von Lod inklusive der reinen Güterverkehrsstrecken nach Zefa und Zin. Zum Betrieb dieses Netzes unter ETCS Level 2 sind drei weitere RBC vorgesehen.

Seit 2015 erfolgt eine Vorbereitung der betrieblichen Prozesse und der Fahrdienstvorschrift zum Einsatz von ETCS. Bislang wurden dabei keine wesentlichen Hindernisse zur Überführung der bestehenden Verfahren in die „Werkzeugkiste“ von ETCS identifiziert. Dieser Umstand wird dadurch begünstigt, dass manche schwierigen Betriebsverfahren (z. B. Trennen / Vereinigen) auf dem israelischen Netz nicht angewendet werden. Da keine Erwägungen zum Rückbau der I60R nach Abschluss des ETCS-Rollouts bestehen, sieht die erweiterte Fahrdienstvorschrift die Nutzung des Level STM als bevorzugte Rückfallebene vor. Auch wenn der Betrieb mit ETCS Level 2 nicht unmittelbar aufgenommen werden wird, so wird die erweiterte Fahrdienstvorschrift trotzdem kurzfristig relevant, da alle TRAXX AC3-Lokomotiven im Level STM auf dem Bestandsnetz genutzt werden (siehe nächster Absatz).

Bislang bestehen keine Vorschriften und Prozesse auf Grundlage von Bremshundertsteln gemäß UIC Leaflet 544-1 auf dem israelischen Netz. So sind zulässige Streckengeschwindigkeiten allein von der Zugart und deren schlechtesten Bremsvermögen abhängig. Auch ist das Überwachungsprogramm der I60R als Funktion der Bauart und der Behängung zu wählen. Zur Einführung von ETCS Level 2 sind jedoch Vorschriften zur Ermittlung der Bremshundertstel aufzustellen. Dieser Prozess wurde im vergangenen Jahr gestartet, um rechtzeitig zur Inbetriebnahme von ETCS umgesetzt zu sein.

3.4 Fahrzeugausrüstung ETCS

Der Betrieb der künftigen Linienkonzepte erfordert eine Ausweitung des verfügbaren Fuhrparks. Daher ist die israelische Fahrzeugflotte im letzten Jahrzehnt bereits im erheblichem Ausmaß gewachsen (z. B. um Hunderte von ein- und zweigeschossigen Personenwaggons, EURO3200 und EURO4000-Lokomotiven von Vossloh). Gegenwärtig wird die weitere Ergänzung der Flotte von der Elektrifizierung getrieben, was auch Effekte auf die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung mit sich bringt:

- In 2015 wurde Bombardier mit der Lieferung von mindestens 62 elektrischen Lokomotiven beauftragt. Die Überstellung der ersten TRAXX AC3 erfolgt zu Beginn des Jahres 2018. Zur Betriebsaufnahme des Vorlaufbetriebs auf der A1-Strecke gehen die Lo-

3.3 Trackside ETCS implementation

In January 2017, ISR announced a tender for trackside equipment with the ETCS Level 2 following the design-build-maintain principle. The value of the contract was estimated at 2.5 billion NIS (615 million EUR). The contract does not include any adaptations to the interlocking systems, which will be upgraded separately. The system will comply with SRS 2.3.0d in order to reduce any implementation risks. However, this also requires finding solutions on how to cope with some of the remaining level crossings.

Of the three pre-qualified bidders, Thales was awarded the contract to execute the project in June 2018. The rollout has been scheduled for three phases:

- Phase 1 covers the network between Herzliyya in the north and Lod, Modi'in and Jerusalem Hauma in the south / east. The introduction of the network's core includes two Radion Block Centre (RBC) (one in reserve). Phase 1 of the ETCS trackside rollout corresponds to Phase II of the overall Ayalon capacity upgrade.
- Phase 2 focuses on the northern portion of the network, i. e. all the lines north of Herzliyya plus the eastern Tel Aviv bypass. It requires the implementation of four RBC.
- Finally, Phase 3 covers the largest share of track, namely all the network south of Lod, including the freight lines to Zefa and Zin. Three additional RBC are necessary to operate this part of the network.

The existing operating rules and processes have been amended since 2015 to include operations with the ETCS as part of the trackside project. No major difficulties in mapping the existing rules have been identified during the preparation of the ETCS operating rules. As some operating procedures are not applied on the Israeli network (for instance joining / splitting), the ETCS operational "toolbox" does not need to be used to its full extent. The operating principles favour Level STM for the backup operation, wherever possible, because there are no considerations concerning the disassembly of the I60R equipment after the completion of the full ETCS rollout. Even though there will be no ETCS Level 2 operations in the very near future, they will become partly relevant within the coming months, as TRAXX AC3 locomotives are operated at the STM Level on the existing network (see the next paragraph).

As yet, there are no operational procedures in the Israeli network based on the braked percentage according to UIC leaflet 544-1. The permitted speeds are related to the train types and their worst expected braking behaviour. The supervision principles of the I60R program are also a function of the train type instead of the train's brake behaviour (as for PZB 90). Nevertheless, the introduction of ETCS Level 2 will require the establishment of a set of principles on how to determine the braked percentage. This process was triggered in the previous year in order to allow it to be implemented at the same time as the commissioning of the ETCS.

3.4 On-board ETCS implementation

The operation of the future service-line concepts requires additional rolling stock. For this purpose, the Israeli fleet has significantly grown throughout the past decade (i. e. hundreds of single and double-decked passenger waggons, as well as EURO3200 and EURO4000 locos von Vossloh). At present, investments in further rolling stock are additionally being driven by electrification. This has also affected the on-board implementation of the ETCS:

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für VIA Consulting & Development GmbH /
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten
genehmigt von DVV Media Group, 2018.

komotiven in den regulären Betrieb. Die Fahrzeuge sind ausgestattet mit ETCS Level 2 gemäß SRS 2.3.0d inklusive dem Bremsmodell der BL 3. Zum Betrieb auf dem Bestandsnetz bieten sie ein I60R-STM.

- Im März 2018 erwarb ISR 60 Doppelstocktriebwagen zur Lieferung in drei Tranchen bei Siemens. Die Einheiten, abgeleitet vom Desiro HC (verwandt zum "RRX" in NRW), werden mit ETCS-Ausrüstung gemäß SRS 3.4.0 inklusive Möglichkeit zum Betrieb im Level NTC (STM) geliefert.
- Zur Ausrüstung der Bestandsflotte mit ETCS wurde im September 2017 eine Ausschreibung veröffentlicht. Sie umfasst die Umrüstung von rund 200 Lokomotiven und Steuerwagen. Es obliegt dem Bieter, eine Lösung auf Grundlage der SRS 2.3.0d oder 3.4.0 zu liefern. Eine Vergabe der Leistung ist für Ende 2018 angestrebt.

Nach Abschluss der Lieferungen bzw. des Retrofittings wird beinahe die gesamte Flotte mit ETCS ausgestattet sein. Da Bordgeräte von mindestens zwei Herstellern im Einsatz sein werden, gilt es, eine abstraktere Formulierung der Vorschriften als bislang für die Standalone-I60R zu finden.

3.5 Integration und Schulung

Umfangreiche Leistungen im Bereich der Integration werden zwischen den involvierten Lieferanten von Funk, streckenseitiger Ausrüstung und fahrzeugseitiger Ausrüstung notwendig werden. Diese Verantwortung liegt in der Hand von ISR nebst Ingenieurbüros.

Da alle Fahrzeugtypen auf beinahe allen Netzbereichen verkehren (künftig mit kleineren Ausnahmen aufgrund der Elektrifizierung), ist eine umfangreiche Schulung für das gesamte Personal notwendig. Diese soll mit Beginn 2019 starten. Parallel zur Erweiterung der Fahrdienstvorschrift erfolgt eine Vorbereitung der Schulungsunterlagen bereits seit 2016.

4 Ausblick

Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Ayalon-Korridors und zur Aufnahme des Vollbetriebs auf der A1 werden fünf Handlungsstränge rund um ETCS parallel verfolgt. Zugleich wird das Netz auf elektrischen Betrieb umgestellt und muss ein weiteres Wachstum bzgl. Mitarbeitern und Ressourcen meistern. Nach Abschluss all dieser Herausforderungen wird die beeindruckende Verwandlung von Israel Railways Ltd. ihre nächste Stufe erreicht haben. ■

LITERATUR | LITERATURE

- [1] Büker, Th.; Dubov, A.: Raising capacity in the Ayalon corridor, Railway Gazette International (169) 10/2013
[2] Solomon, Ch.; Simon, V.; Rom, A.; Aviram, H.; Bekhor, S.; Dubov, A.; Kohane, A.; Rubinshtein, Y.: Making the case for ERTMS, Railway Gazette International (174) 6/2018

- In 2015, Bombardier was contracted to deliver at least 62 electric locomotives. The delivery of the first TRAXX AC3 took place in early 2018. The first units may enter commercial operation with the introduction of the preliminary service on the A1 line. The locomotives will be delivered with ETCS Level 2 equipment following SRS 2.3.0d, including a BL 3 braking model. They will also provide an I60R-STM.
- In March 2018, ISR purchased 60 double-decked EMU from Siemens in three tranches. The units, derived from the Desiro HC (related to NRW's "RRX"), are due to be delivered with ETCS on-board equipment following SRS 3.4.0, including the capability to operate at the NTC (STM) Level on a non-ETCS network.
- A retrofit tender was announced in September 2017 in order to equip the existing fleet with the ETCS. It covers the equipping of about 200 locomotives and steering cabs. It is up to the bidder to provide either an SRS 2.3.0d or SRS 3.4.0 based solution. The supplier will be chosen at the end of 2018.

After the completion of the delivery and retrofitting, almost the whole rolling-stock fleet will be equipped with the ETCS. As there are going to be at least two different suppliers, operating rules will have to be formulated in a more abstract manner than has so far been the case for the standalone I60R.

3.5 Integration and training

Extensive integration will be mandatory in the area of the suppliers involved in supplying radio, trackside and on-board systems. ISR along with consulting engineers will take responsibility for the integration.

As all types of rolling stock are operated on all lines (with small exceptions because of electrification), a profound training scheme will be required. The intensive training is planned to start in early 2019. The preparation of the training materials began in parallel with the expansion of the operating regulations in 2016.

4 Outlook

Five ETCS-related paths of action will be executed in parallel in order to increase the services along the Ayalon corridor and to implement full operations on the A1. Electrification is simultaneously underway and the company must also deal with an increase in staff, as well as in the numbers of rolling stock. Once all of these challenges have been completed, the impressive transformation of Israel Railways Ltd. will have reached the next level. ■

AUTOREN | AUTHORS

Dr.-Ing. Thorsten Büker
Geschäftsführer / *Managing Director*
VIA Consulting & Development GmbH
Anschrift / *Address*: Römerstraße 50, D-52064 Aachen
E-Mail: th.bueker@via-con.de

Alex Dubov
Leiter Sicherheitstechnik und Technologie /
Head of Signaling and Technology Division
Israel Railways Ltd.
Anschrift / *Address*: P.O.B. 33374, IL-31333 Haifa
E-Mail: alexd@rail.co.il