



**Ingenieur- & Vermessungsbüro
Ruzicka GmbH**

Unterer Jagdweg 5 · 69254 Malsch · tel. 07253-92550 · fax 07253-925516 · info@ivr-gmbh.de

 *Vermessung*
 *Trassierung*
 *Bauplanung*
 *Bauaufsicht*

4 neue Hauptgleise Kishon – Bat Galim Einsenkung des Streckenabschnitts Haifa Ost – Dagon Stellungnahme zur Variante 8A

Ingenieur und Vermessungsbüro Ruzicka GmbH

Dipl. Ing. Zdenek Ruzicka

Baugrund Dresden GmbH

Dr. Ing. Lutz Vogt

IFB Institut für Bahntechnik GmbH

Dipl. Ing. Peter Czerkewski

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kirschke GmbH & Co. KG

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kirschke

BBt-JH - Büro für Bautechnik

Ing. Josef Hess

Version Nr. 5

27.12.2016

Inhalt

1	Allgemein	3
1.1	Grundlagen	3
2	Trassierung und Fahrgeschwindigkeit	3
2.1	Allgemein	3
2.2	Fahrgeschwindigkeit.....	4
2.3	Gradiente	5
2.4	Weichen.....	6
3	Oberbau	7
3.1	Schotteroberbau.....	7
3.2	Schotterloser Oberbau - Feste Fahrbahn	8
3.3	Zusammenfassung und Bewertung	12
4	Tunnel und Baugeologie.....	15
4.1	Allgemein	15
4.2	Baugeologie	15
4.3	Konstruktion	17
4.4	Verbau	18
5	Ausführbarkeit Bauablauf	21
6	Störungen im Betrieb.....	22
7	Bahnbetrieb.....	25
7.1	Künftige verkehrliche Situation	25
7.2	Betriebsstellen.....	26
8	Städtebau und Umwelt	29
8.1	Städtebauliche Aspekte.....	29
8.2	Umwelt.....	30
8.3	Lärm und Erschütterungen	30
9	Entwässerung	32
10	Elektrifizierung	33
10.1	Oberleitung/Fahrleitungsanlagen (Contact Lines for Electrical Railways)	33
10.2	Erdungskonzept (Electrical safety, earthing and bonding)	36
10.3	Anwendbare Normen und Standards	38
11	Zuverlässigkeit, Instandhaltung.....	38
12	Sicherheit, Rettung	39
12.1	Sicherheitskonzept (safety related)	39
12.2	Notfall-, Rettungs- und Brandschutzkonzept (security related)	39
13	Baukosten, Instandhaltungskosten	40
14	Zusammenfassung, Empfehlungen.....	41

1 Allgemein

Die Israelische Bahn (IR) plant die Erhöhung der Geschwindigkeit und Frequenz der Züge an der Küstenstrecke. Geplant werden vier Gleise, in einer Länge von ca – 85 km, zwischen der Betriebsstätte " Efraim" und der Verbindung der "Hasharon Strecke" zur Küstenstrecke.

Das Projekt beinhaltet:

- a. Hinzufügung von zwei neuen Gleisen mit einer Entwurfsgeschwindigkeit von 250 km/h "(Schnelle Strecken)".
- b. Modernisierung der vorhandenen Strecken Geschwindigkeitserhöhung von 120-150 km/h auf 160 km/h ("Nahverkehr Strecken").
- c. Modernisierung der vorhandenen Stationen, Hinzufügen neuer Stationen und Abbau von Stationen.
- d. Hinzufügung von Betriebsflächen.
- e. Absenkung der Gleise zwischen " Gagon" und " dem " Zollhaus".

Ziel dieser Stellungnahme ist die Machbarkeit, technische Zuverlässigkeit, Risiken im Bauzustand und danach, Sicherheit und Unterhaltung der Gleisabsenkung zu überprüfen. Es sollen alle möglichen Aspekte der Planung geprüft werden und die zu erwartenden technischen Probleme, Gefahren und Schwierigkeiten aufgelistet werden. Es ist nicht Ziel dieser Arbeit Lösungen für die aufgelisteten Probleme auszuarbeiten.

1.1 Grundlagen

Als Grundlage für diese Stellungnahme wurden uns von der IR viele Pläne und Berichte zur Verfügung gestellt. Die Unterlagen wurden gesichtet und auf Ihre Brauchbarkeit geprüft. Zahlreiche Unterlagen sind sehr allgemein gehalten und zur Bewertung des Projekts nicht geeignet bzw. nicht relevant. Eine Liste der verwendeten Unterlagen befindet sich im Anhang Nr. 1. Die Dateien mit den verwendeten Informationen sind auf einer CD diesem Bericht beigelegt.

2 Trassierung und Fahrgeschwindigkeit

2.1 Allgemein

Der zu untersuchende Bereich befindet sich auf den folgenden Strecken:

Haifa - Tel Aviv km 2,1+00 – km 0,0+00

Haifa – Naharia km 0,0+00 – km -1,0+00

Die abgesenkten Hauptgleise Gleise 1,2,3, und 4 verlaufen in diesem Bereich.

Die Gleise 5 und 6 im Nord-Osten stellen eine Verbindung zur Oberfläche und zu den einzelnen Anschlussgleisen in der Nähe.

Entwurfsgeschwindigkeit:

250 km/h für schnelle Strecken

160 km/h für Nahverkehr Strecken

80 – 120 km/h für Güterzüge

2.2 Fahrgeschwindigkeit

Die 4 Hauptgleise verlaufen weitgehend parallel. In den vorliegenden Unterlagen sind keine Angaben zur geplanten Überhöhung vorhanden. Aus diesem Grund wurden bei der Geschwindigkeitsuntersuchung Überhöhungen angenommen die eine maximale Fahrgeschwindigkeit ermöglichen. Die Prüfung wurde entsprechend der Richtlinie der Israelischen Bahn zur Planung von Bahnanlagen (Stand November 2016) durchgeführt.

Der kleinste Radius im untersuchtem Bereich ist $r = 400\text{m}$ (Gleis 4 bei km 0,0+00). Bei einer angenommenen Überhöhung von $u=130\text{mm}$ ist die maximale theoretische Höchstgeschwindigkeit im Bogen $V_{\text{max}} = 90\text{ km/h}$.

Die Trassierung beinhaltet auch sehr kurze Übergangsbögen, z.B. $l_u = 20\text{ m}$ bei km 0,9+36. Diese Übergangsbögen reduzieren die maximale Fahrgeschwindigkeit auf $V_{\text{max}} = 70\text{ km/h}$ (§2.4.1 der IR Richtlinie).

Die Fahrdynamik wurde beispielhaft für Gl. 1 für die Geschwindigkeiten $V = 90\text{ km/h}$ und $V = 70\text{ km/h}$ berechnet und sie ist in den unterstehenden Tabellen wiedergegeben. Nicht zulässige Elemente sind farbig dargestellt.

Haifa Tunnel							
Axis Track No. 1 $V_{\text{max}} = 90\text{ km/h}$							
STATION	RADIUS (m)	h (mm)	Δh (mm)	V (km/h)	Ls (m)	Ls-TYP	k-RAMP/1:m
-1501,5133	0	0	0	90			
-884,8297	0	0	0	90	50	KLOT.	11,1/1:1000
-834,8297	760	50	76	90			
-685,9332	760	50	76	90	50	KLOT.	11,1/1:1000
-635,9332	0	0	0	90			Element is to short
-614,7438	0	0	0	90	40	KLOT.	11,1/1:1000
-574,7438	-1000	-40	56	90			
-507,4317	-1000	-40	56	90	40	KLOT.	11,1/1:1000
-467,4317	0	0	0	90			
-124,2099	0	0	0	90	100	KLOT.	8,5/1:769
-24,2099	415	130	101	90			
38,585	415	130	101	90	100	KLOT.	8,5/1:769
138,585	0	0	0	90			
402,7405	0	0	0	90	60	KLOT.	11,1/1:1000
462,7405	-600	-60	100	90			
672,3816	-600	-60	100	90	60	KLOT.	11,1/1:1000
732,3816	0	0	0	90			
936,4811	0	0	0	90	20	KLOT.	Element is to short
956,4811	-1100	0	87	90			
1276,2873	-1100	0	87	90	20	KLOT.	Element is to short
1296,2873	0	0	0	90			
1414,8585	0	0	0	90	70	KLOT.	22,2/1:2000
1484,8585	-1700	-35	22	90			
1594,1956	-1700	-35	22	90	70	KLOT.	22,2/1:2000
1664,1956	0	0	0	90			
1836,5067	0	0	0	90	50	KLOT.	
1886,5067	1018	0	94	90			
2065,953	1018	0	94	90	50	KLOT.	
2115,953	0	0	0	90			
2523,6308	0	0	0	90			

Tab. 1 Fahrdynamische Untersuchung Gleis. 1 für $V = 90\text{ km/h}$

Haifa Tunnel							
Axis Track No. 1 Vmax = 70 km/h							
STATION	RADIUS (m)	h (mm)	Δh (mm)	V (km/h)	Ls (m)	Ls-TYP	k-RAMP/1:m
-1501,5133	0	0	0	70			
-884,8297	0	0	0	70	50	KLOT.	14,3/1:1000
-834,8297	760	50	27	70			
-685,9332	760	50	27	70	50	KLOT.	14,3/1:1000
-635,9332	0	0	0	70			Element is to short
-614,7438	0	0	0	70	40	KLOT.	14,3/1:1000
-574,7438	-1000	-40	18	70			
-507,4317	-1000	-40	18	70	40	KLOT.	14,3/1:1000
-467,4317	0	0	0	70			
-124,2099	0	0	0	70	100	KLOT.	11,0/1:769
-24,2099	415	130	10	70			
38,585	415	130	10	70	100	KLOT.	11,0/1:769
138,585	0	0	0	70			
402,7405	0	0	0	70	60	KLOT.	14,3/1:1000
462,7405	-600	-60	37	70			
672,3816	-600	-60	37	70	60	KLOT.	14,3/1:1000
732,3816	0	0	0	70			
936,4811	0	0	0	70	20	KLOT.	
956,4811	-1100	0	53	70			
1276,2873	-1100	0	53	70	20	KLOT.	
1296,2873	0	0	0	70			
1414,8585	0	0	0	70	70	KLOT.	
1484,8585	-1700	0	35	70			
1594,1956	-1700	0	35	70	70	KLOT.	
1664,1956	0	0	0	70			
1836,5067	0	0	0	70	50	KLOT.	
1886,5067	1018	0	57	70			
2065,953	1018	0	57	70	50	KLOT.	
2115,953	0	0	0	70			
2523,6308	0	0	0	70			

Tab. 2 Fahrdynamische Untersuchung Gleis 1 für V = 70 km/h

Zusammenfassung

- Die neue Trassierung erfüllt nicht die Planungsvorgaben (250 km/h für schnelle Strecken; 160 km/h für Nahverkehr Strecken). Die Höchstgeschwindigkeit ist bei der dargestellten Trassierung Vmax = 70 km/h damit ist keine Verbesserung zum Verkehr im Bestand gegeben. Die Trassierung sollte entsprechend angepasst werden.
- Die Bahnsteige des neuen Bahnhofs liegen teils im Bogen mit Radius R=600m (Grenzwertig für Personenbahnhöfe), Übergangsbogen und Gerade. Diese Konstellation ist für die Geometrie der Bahnsteige ungünstig und erschwert bzw. kompliziert die Ausführung und Instandhaltung.
- Die dargestellte Trassierung beinhaltet sehr kleine Radien (R=160m) und kurze Elemente in den Hauptstrecken (L<200m). Solche Trassierungselemente sollten im Ausnahmefall, bei engen Verhältnissen, verwendet werden und nicht in einer Modernisierung und Neuplanung.

2.3 Gradienten

Die Längsneigung im Bahnhofsbereich ist 2,5 ‰. Das Abstellen von Wagen oder Rangierarbeiten sind somit nicht zulässig.

Die Längsneigung der Gradienten der Hauptgleise wird von max. 2,2 ‰ im Bestand abschnittsweise auf 9 ‰ erhöht. Die Längsneigung der Nebengleise wird Stellenweise auf 13 ‰ erhöht. Diese Neigungserhöhungen werden die Leistungsfähigkeit der Strecke (Geschwindigkeit, Gewicht der Züge) herabsetzen.

Die Ausrundungen der Neigungswechsel entsprechen stellenweise nicht der Israelischen Vorschrift. Z.B. bei km 0,0+30 (Achse 5 Zeichnung TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-3050-00) ist die Neigungsdifferenz 11‰ anstatt der, in den Planungsanweisungen, empfohlenen 8‰.

2.4 Weichen

Der Entwurf beinhaltet eine Mehrzahl von Bogenweichen im Tunnel. Bogenweichen sind in Europa Standard und sie werden hier regelmäßig benutzt. In Israel sind Bogenweichen in den Richtlinien vorgesehen es wurden bisher allerdings keine Bogenweichen gebaut.

Da alle Weichenteile aus dem Ausland importiert werden müssen, ist die Verwendung von Bogenweichen in Hinsicht auf die Instandhaltung und Reparaturen problematisch. Jede Weiche hat eine eigene Geometrie und es müssen separate Ersatzteile für jede Weiche vorgehalten werden. Das macht die Unterhaltung und Reparatur dieser Weichen kompliziert und teuer und erfordert zudem einen zusätzlichen Platzbedarf für Ersatzteil - Vorrat.

Im Tunnel wurden 22 Weichen geplant davon 9 als Bogenweichen. Gemäß UIC 779-9 ist die Verwendung von Weichen im Tunnel möglichst zu vermeiden (siehe Abb. 1). Das Gefahrenpotential an der Weiche im Tunnel ist sehr hoch.

I-5	Arrangements of switches
General description and goal	
In tunnels and at the approach to tunnel entrances, the installation of switches or other track discontinuities should be avoided (completely remove or shift the location). Accidents caused or influenced adversely by switches will then not occur in tunnels.	
Relevant aspects	
- Operating requirements - Possibility for alternative locations for switches	
Specifications	
Minimal distance between switches and tunnel entrance optimised to take into account line speed	
Impact on safety	
+ Fewer accidents in tunnels caused by switches (derailments, collisions). + Consequences of accidents in tunnels due to switches are diminished, e.g. a derailed wheel is pulled over a switch and leads to the complete derailment of a vehicle/train. – If switches are placed outside of tunnels at another location, risks are not eliminated but shifted to a more "favourable" place.	
Risk mitigation: medium	
Further effects	
- Operating requirements: switches are necessary to keep the capacity of a line, especially under maintenance conditions. - Reduced maintenance and cost if switches are completely eliminated	
Cost-effectiveness	
New and existing tunnels: good, if operating needs can be fulfilled	
Assessment	
New and existing tunnels	
The arrangement of switches is an optimisation task where safety considerations must have high priority. The following recommendations are made from this standpoint: Switches or other track discontinuities should be reduced to the operating minimum in tunnels. If not possible, movable-point-frog switches should be considered (depending on speed, axle load and operating requirements).	

Abb. 1 Ausschnitt aus der UIC 779-9 (Draft 4 24 September 2002)

Die Fahrgeschwindigkeit im Abzweig der Weichen ist 50 km/h dies beeinträchtigt den Betrieb im Tunnel erheblich.

Eine Trassierung ohne Bogenweichen wäre vorteilhaft.

3 Oberbau

Für den Oberbau in dem betrachteten Projekt stehen verschiedene geeignete und erprobte Oberbauformen zur Verfügung, die nachfolgend beschrieben und im Hinblick auf das Projekt bewertet werden.

3.1 Schotteroberbau

Die klassische Oberbauform für Eisenbahnen aller Kategorien ist der Schotteroberbau. Diese Oberbauform besteht aus einem Rahmen, der aus Schwellen und Schienen gebildet und in Schotter eingebettet ist. Abhängig von der Qualität des Unterbaus / Untergrund, wird unter dem Schotter eine ungebundene Tragschicht bzw. Planumsschutzschicht mit besonderen Anforderungen an Tragfähigkeit und Verdichtung eingebaut.

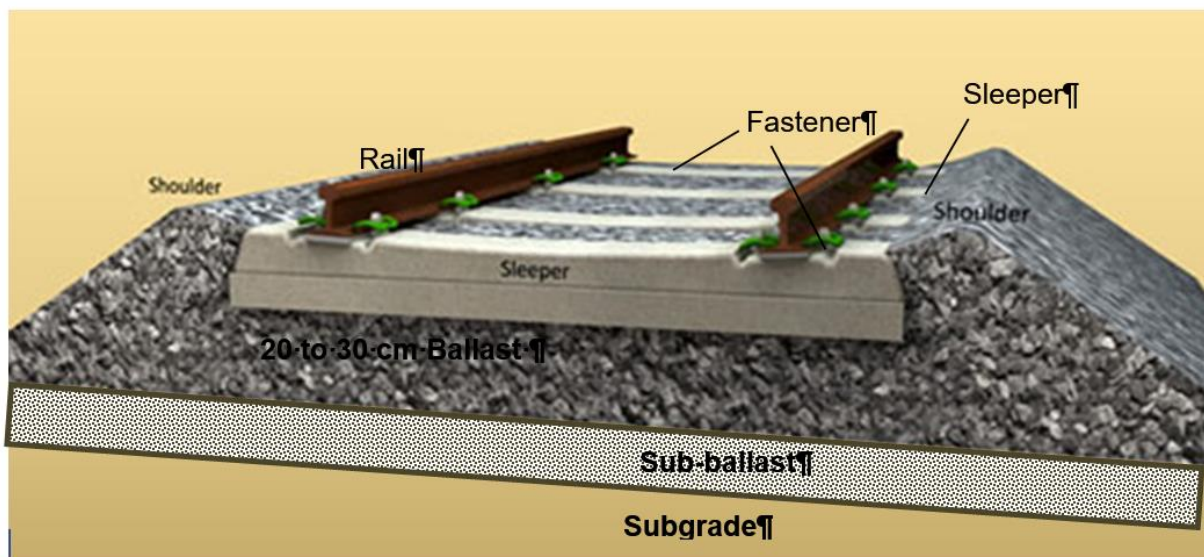


Abb. 2 Typischer Schotteroberbau (Erdbauwerk)

Auf Brücken, in Tunnel und Trogbauwerken wird der Schotter direkt auf den Tragwerksbeton eingebaut, ggf. unter Berücksichtigung von entsprechenden Abdichtungs- und Schutzschichten. In besonderen Fällen kann zur Reduzierung von Erschütterungen eine Unterschottermatte eingebaut werden.

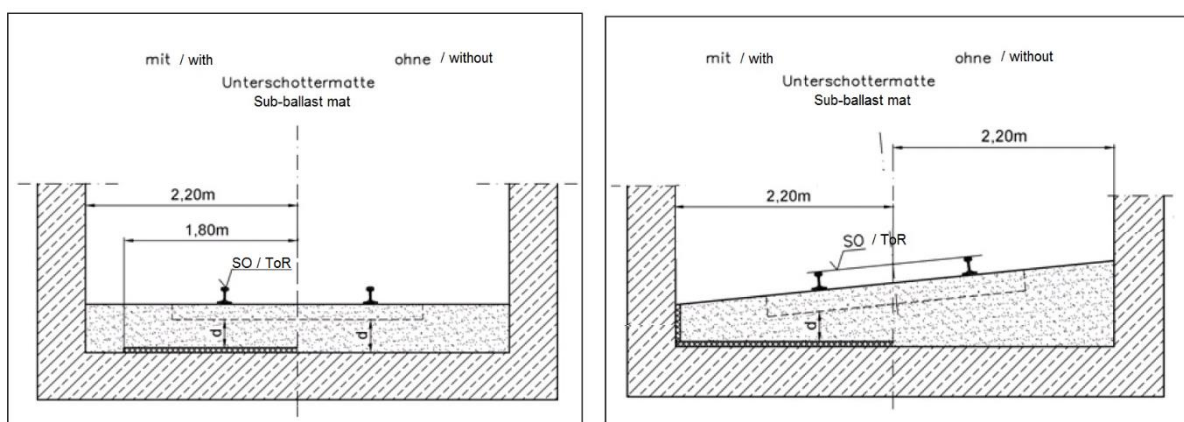


Abb. 3 Typischer Schotteroberbau (Tunnel)

Die grundlegenden Prinzipien des Schotteroberbaus sind gültig bis heute, wesentliche Neuerungen sind die Verwendung vorgespannter Stahlbetonschwellen und die Anwendung

des "Endlos verschweissten Gleises" (Continuous welded rails - CWR). Zudem werden schwerere Schienen (in der Regel 60E1 bzw. 60E2 mit 60 kg/m) sowie moderne Schienenbefestigungen verwendet. Dies wird begleitet durch spezielle Gleis- Prüfverfahren und Messfahrzeuge sowie eine der Streckenbelastung adäquate Instandhaltungsstrategie.

3.2 Schotterloser Oberbau - Feste Fahrbahn

Schotterlose Oberbauformen bestehen im wesentlichen nach den folgenden Prinzipien:

- Schwellengebunden, mit Monoblock- oder Biblockschwellen
- Direktauflagerung der Stützpunkte auf Ortbetonplatten
- Systeme mit Fertigteilplatten
- Eingebettete Schienensysteme

Diese werden nachfolgend beschrieben und speziell auf das Projekt bewertet.

3.2.1 Schwellengebundene FF-Bauarten mit Biblockschwellen

Bei diesen FF-Bauarten werden vorgefertigte Schwellen -wahlweise Monoblock- oder Biblockschwellen in die Tragschicht der Festen Fahrbahn eingebettet. Durch diese Bauweise ist eine hohe Genauigkeit der Gleislage, Spurweite und gegenseitigen Höhenlage erreichbar, da der Gleiskörper vor dem Betonieren komplett und mit hoher Genauigkeit nach Lage und Höhe justiert und fixiert wird. Diese Bauart ist erprobt und bewährt für Erdbauwerke, Brückenbauwerke und Tunnelstrecken.

RHEDA 2000®

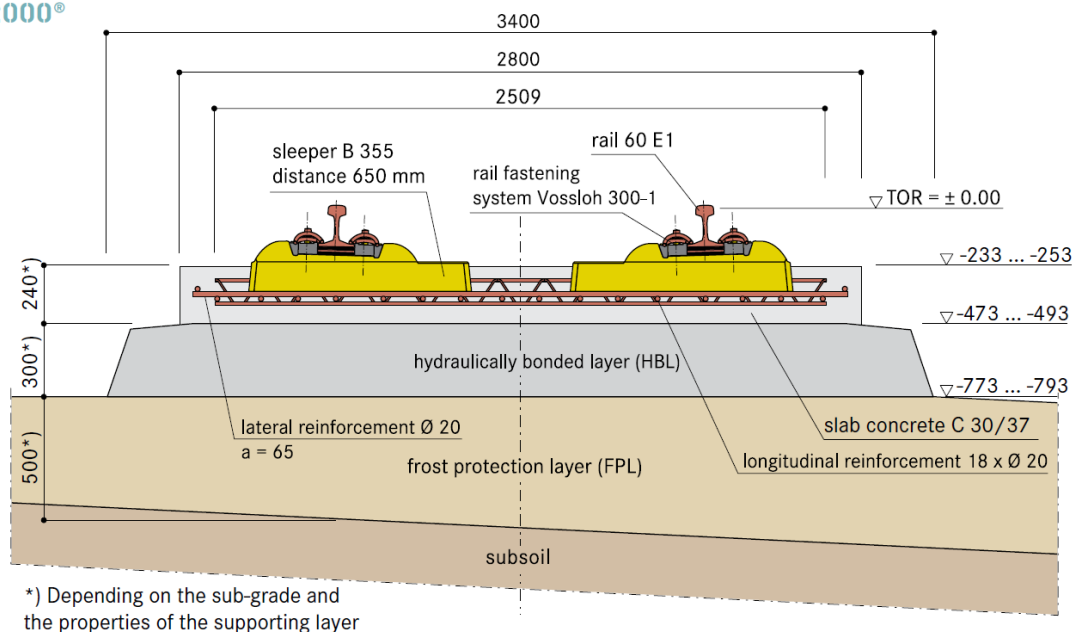


Abb.4 Typischer Querschnitt schwelengebundene FF (Erdbauwerke)

INSTALLATION IN TUNNELS

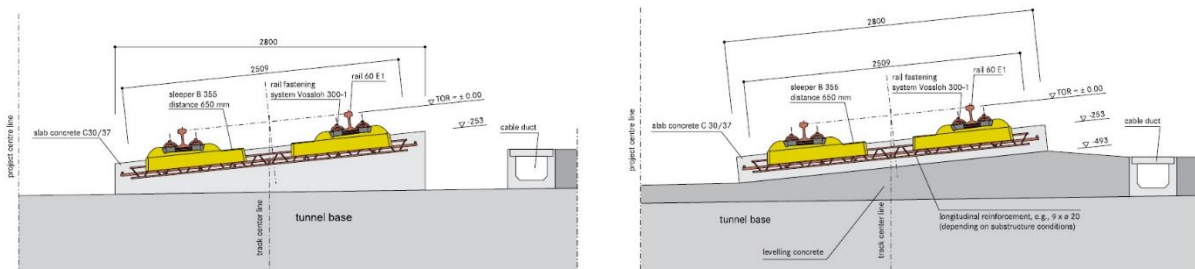


Abb.5 Typischer Querschnitt schwelengebundene FF (Tunnel / Trogbauwerk)

Bedingt durch die Bauart ergibt sich hier eine relativ geringe Regel-Bauhöhe von 0.48 m (Bei Minstdicke der Beton-Tragschicht von 0.24 m) und somit eine wirtschaftliche Lösung für alle Anwendungsfälle.

Anpassungen an die speziellen baulichen Bedingungen der Ingenieurbauwerke sind problemlos möglich, so dass sich eine große Bandbreite möglicher Anwendungen ergibt.

Für Weichernbereiche werden spezielle Monoblockschwelen eingesetzt, die eine sichere Befestigung sämtlicher Weichenteile wie z.B. Zungenvorrichtung, Herzstückbereich, Radlenker gewährleisten.

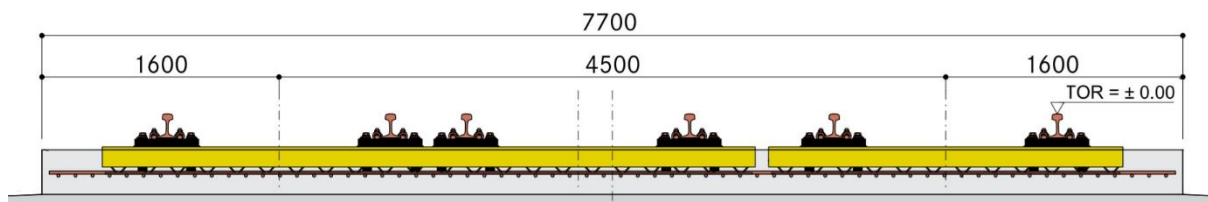


Abb.6 Schwelengebundene FF in Weichenbereichen

3.2.2 Schwelengebundene FF-Bauarten mit Monoblockschwelen

Schwelengebundene FF-Bauarten mit eingebetteten Monoblockschwelen sind in verschiedenen Strecken erprobt, werden auf Grund der Problematiken mit dem Verbund mit dem Vergussbeton für Neubaumaßnahmen praktisch nicht mehr verwendet.

Speziell für Tunnel wurde eine Lösung für aufgelagerte Betonschwelen entwickelt, allerdings erfolgt die Auflagerung und die Verankerung mittel Dübelstein auf einer mehrlagigen Asphalttragschicht.

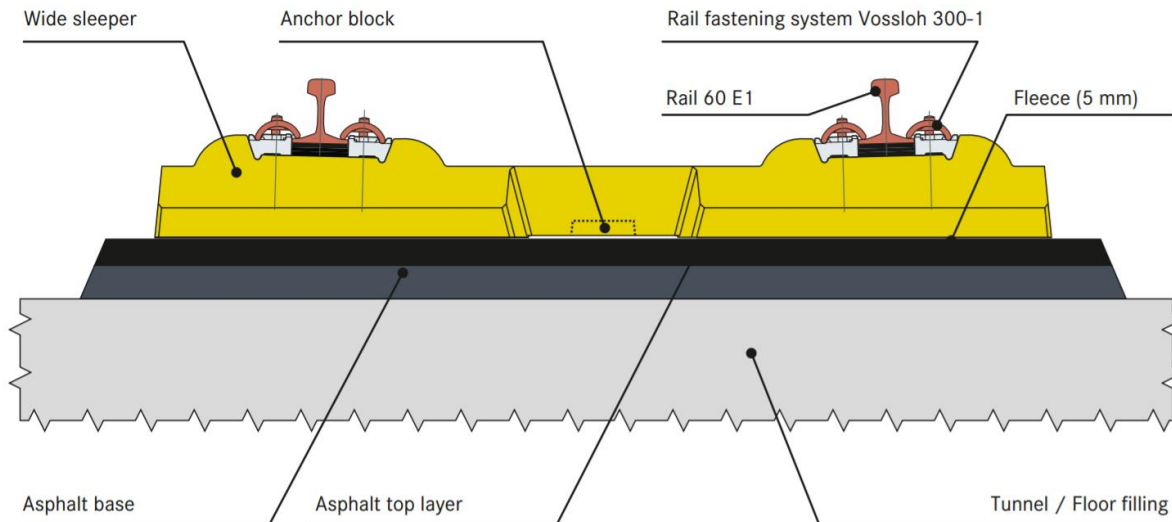


Abb.7 Aufgelagerte Monoblock-Betonschwelle auf Asphalttragschicht (ATS)

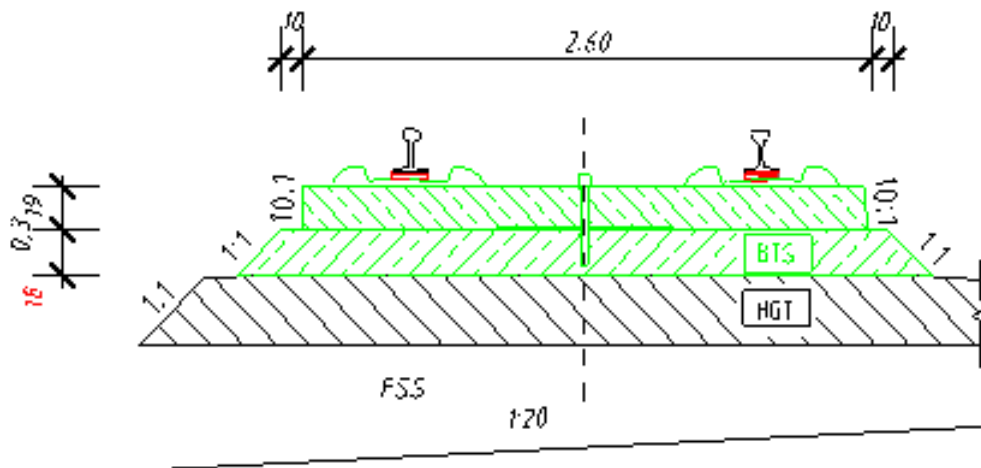


Abb.8 Aufgelagerte Monoblock-Betonschwelle auf Betontagschicht (BTS).

Varianten mit Auflagerung der Schwellen auf Betontagschicht wurden in der Vergangenheit erprobt, werden derzeit aber nicht weiter verfolgt.

3.2.3 Direktauflagerung der Stützpunkte auf Ortbetonplatten

Sowohl für Gleis- als auch Weichenbereiche liegen Systeme mit Direktbefestigungen auf bewehrten Betonplatten vor, diese sind aber überwiegend bei Metro-Linien in Anwendung und nur in einigen Sonderfällen für Vollbahnen. Weichenlösungen liegen ebenfalls als Sonderlösungen vor.

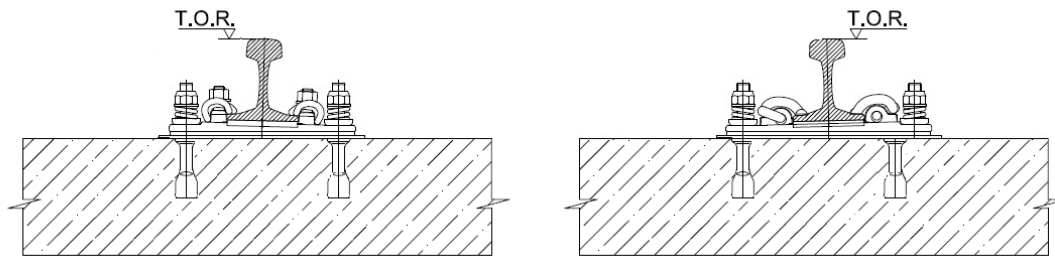


Abb.9 Direktauflagerung von Einzelstützpunkten auf Betontragschicht.

Entsprechende Schienenbefestigungen werden von verschiedenen Herstellern angeboten, gezeigt sind hier die Schienenbefestigungen vossloh 336 (links) und Pandrol e-clip (rechts).

Da diese Varianten überwiegend in Metro-Linien eingesetzt werden und zudem spezielle Technologien für Neubau und Instandhaltung bedingen, wird diese Lösung für das Projekt nicht weiter verfolgt.

3.2.4 Systeme mit Fertigteilplatten

Das System besteht aus vorgefertigten, vorgespannten Gleistragplatten, die in Längsrichtung gekoppelt sind. Das System kann auf Erdbauwerken, Rahmenbauwerken, in Tunneln und Trögen sowie auf Brücken eingesetzt werden. Der Spalt zwischen Platte und Tragschicht wird abdichtet und mit einem eigens entwickelten Unterguss vollflächig verfüllt.

In Tunneln kann -bei entsprechender Abstimmung mit dem Tunnelbau- die Fertigteilplatte direkt auf die Tunnelsohle verlegt und untergossen werden.

Die Regelplattenbreite beträgt 2.55 m, die tatsächliche Plattenbreite richtet sich nach den Berechnungen für das konkrete Projekt und kann zwischen 2.45 und 2.80 m betragen.

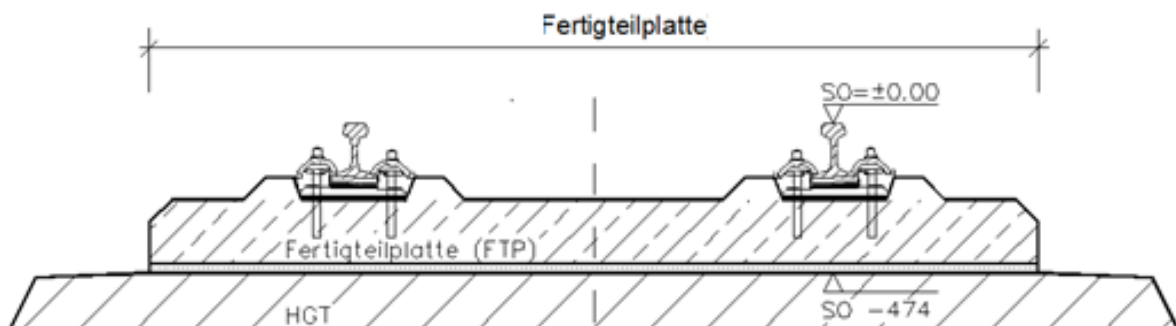


Abb.10 Fertigteilplatten mit eingearbeiteter Schienenbefestigung

Die Fertigteilplatten sind in Querrichtung vorgespannt und werden in Längsrichtung gekoppelt.

Für Weichen sind für jede Weichengeometrie spezielle Plattenverlegepläne erforderlich, nach denen die Weichentragplatten speziell gefertigt werden. Alternativ ist auch der Einbau der Fertigteilplatten im Gleis möglich, wobei die Gleisbereiche in einer anderen Bauart wie z.B. mittels Biblockschwellen in Betontragschicht

3.2.5 Eingebettete Schienensysteme

Hier werden die Schienen in Tröge in Längsrichtung eingebaut und justiert und dann durch einen kontinuierlichen Verguss (elastisches Kunststoffmaterial bzw. Verbundwerkstoff) eingebettet.

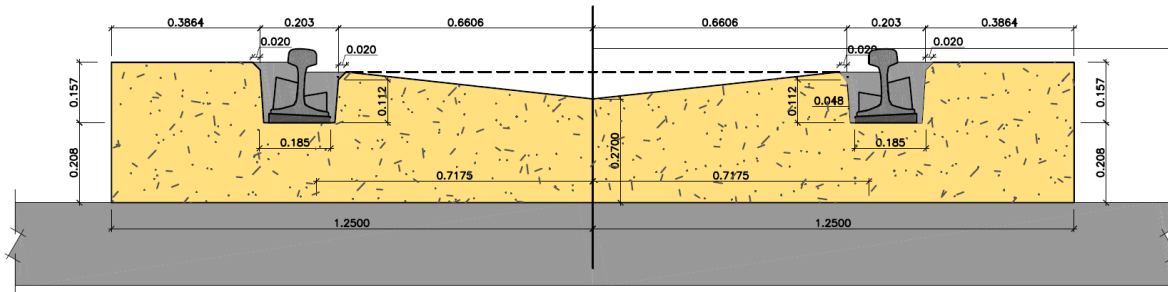


Abb.11 Eingebettete Schienen

Diese Bauart wird im Wesentlichen für Metro-Strecken eingesetzt. Eine Verwendung für Vollbahnen ist allerdings zugelassen und in mehreren Strecken -insbesondere auch Bahnhofs-bereichen- erprobt und bewährt.

Für Weichen und Weichenverbindungen liegen generell Lösungen vor, sind aber konstruktionsbedingt relativ aufwändig.

Zum Schleifen der Gleise sind keine besonderen Aufwendungen erforderlich, die dazu notwendigen Freiräume sind in dem Design berücksichtigt. Allerdings erfordert der Austausch von Schienen spezielle Maßnahmen und Werkzeuge, da dazu der Schienenverguss durch einen speziellen Schneider aufgetrennt und entfernt werden muss, bevor die Schiene im Zuge von Instandhaltungsarbeiten ausgetauscht werden kann.

3.3 Zusammenfassung und Bewertung

No.	Bauart	Abschnitt	+	-	Bemerkungen
1	Ballasted track	3.1	Gängige und erprobte Bauweise für alle Streckenkategorien. Hohes Maß an Erfahrungen weltweit. Hohe Verfügbarkeit der entsprechenden Maschinen und Geräte.	Schotter muss in Intervallen durchgearbeitet und ersetzt werden. Staubentwicklung und Lärmemissionen bei Arbeiten im Tunnel. Maßnahmen für Schall- und Erschütterungsschutz begrenzt (z.B. Einbau von Unterschottermatten).	Nicht empfohlen für das Projekt, da Lage überwiegend im Tunnel. Erforderliche Verfügbarkeit der Strecke sehr hoch, daher sind die erforderlichen Zeitfenster für Wartungsarbeiten beschränkt.

No.	Bauart	Abschnitt	+	-	Bemerkungen
2	Schotterloser Oberbau mit Biblock-Schwellen	3.2.1	Guter Verbund zwischen Schwellen und Tragplattenbeton. Geringe Bauhöhen durch aufgelöste Betonkorpus und Gitterträger. Regel-Schienenbefestigung weltweit erprobt für alle Streckenkategorien und Belastungen. Weichenlösungen vorhanden und erprobt.	Biblockschwellen erfordern spezielles Handling (z.B. Anheben). Spezielle Schwellen für Weichensysteme erforderlich.	In vollem Umfang geeignet für das Projekt. Spezielle und erprobte Lösungen für Schall- und Erschütterungsschutz sind verfügbar.
3	Schotterloser Oberbau mit Monoblock-Schwellen	3.2.2	Verfügbar für verschiedene Schienenbefestigungen. Weichenlösungen vorhanden und erprobt.	Zum Verbund zwischen Monoblockschwellen und Tragplattenbeton sind ggf. zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Spezielle Schwellen für Weichensysteme erforderlich.	Geeignet für das Projekt. Spezielle und erprobte Lösungen für Schall- und Erschütterungsschutz sind verfügbar.
4	Ortbetonplatte mit Direktbefestigung der Schienen	7.2.3	Geringe Bauhöhe durch Direktbefestigung auf einer bewehrten Betontragplatte. Flexibel an Baustellenbedingungen anpassbar. Verschiedene Schienenbefestigungen verfügbar.	Erfordert spezielle Maßnahmen beim Einbau (z.B. Spurhalter). Schienenbefestigungen müssen für den Betoniervorgang geschützt werden (bei Top-Down-Methode) oder nachträglich gebohrt werden (bei Bottom-Up-Methode). Aussparungen in Weichenbereichen z.B. für Verschlüsse erfordern spezielle Maßnahmen. Höherer Bewehrungsgrad der Tragplatte erforderlich.	Hohes Maß an Genauigkeit bei der Bauausführung erforderlich in Bezug auf Vermessung und Ausführung. Spezielle Problematiken in Weichenbereichen.

No.	Bauart	Abschnitt	+	-	Bemerkungen
5	FF mit Fertigteilplatten	7.2.4	Verfügbar und erprobt für alle Streckenkategorien. Schneller Baufortschritt an der Baustelle durch Vorfertigung der Platten incl. Vormontage der Schienenbefestigung im Werk. Alle Einbauten z.B. für signaltechnische Einrichtungen sind in der Fertigteilherstellung berücksichtigt. Geringe Bauhöhe durch hohe Betonqualität der Fertigteile.	Erfordert spezielle Fertigungstechniken und Einrichtungen. Große und schwere Teile sind zu bewegen. Geringe Flexibilität auf Grund geänderter Baustellenbedingungen. Spezielle Maßnahmen für Austausch der Platten (z.B. im Fall einer Beschädigung / Havarie). Material und Material-Einbringung für Unterguss erfordert spezielle Maßnahmen. Erfordert spezielle Platten und Techniken für Weichenbereiche.	Erfahrungen in Israel liegen vor (A1-Projekt), daher für das Gleis möglich. Erfordert spezielle Infrastruktur und Fertigungsanlagen.
6	Eingebettete Schienen	3.2.5	Geeignet und erprobt für Streckenkategorien bis 160 km/h. Vorteilhaft für Erschütterungen und Körperschall durch elastische Lagerung. Geringe Bauhöhe durch Einbettung der Schienen in die Tragplatte.	Spezielle Maßnahmen für Instandsetzungsarbeiten (Austausch der Schienen) erforderlich. Vergussmaterialien mit speziellen Verarbeitungs- und Lagerungsanforderungen. Keine nachträglichen Regulierungsmöglichkeiten in Lage und Höhe nach dem Verguss.	Könnte berücksichtigt werden für spezielle Anforderungen zum Erschütterungsschutz und bzw. im Bahnhofsbereich (Bahnsteige).

Tab. 3 Bewertung des Oberbaus

Der in Israel vorhandene Schotter ist verhältnismäßig weich. Seine Verwendung in Beton Trögen führt zu schnellem abrieb und erfordert häufige, teure Schotterreinigung oder Schotterwechsel. Aus diesem Grund sind in Tunnel oder auf Brücken Schottermatten die den Abrieb reduzieren unerlässlich.

Die Unterhaltung von Schottergleisen im Tunnel ist aufwendig und teuer.

Aus diesen o.g. Gründen hat die Israelische Bahn beschlossen, dass alle Tunnel mit einer Länge über 1000 m mit Fester Fahrbahn auszubauen.

Zusammenfassend und unter Berücksichtigung der projektspezifischen Bedingungen wird der Einbau einer Festen Fahrbahn empfohlen, wobei die schwelengebundene Lösung mit den Biblockschwellen für die Baumaßnahme und alle darin vorkommenden Fälle geeignet ist und daher als "Vorzugsvariante" anzusehen ist. Zudem liegen damit auch bewährte Weichenlösungen sowie Modifizierungen für schall- und erschütterungsoptimierte Lösungen vor.

Fertigteillösungen sind unter den gegebenen Umständen ebenfalls machbar, bedingen aber deutlich höhere Aufwendungen und größere Abhängigkeiten.

4 Tunnel und Baugeologie

4.1 Allgemein

Die geplante Strecke soll auf einer Länge von 1.850 m in einem in offener Bauweise zu erstellenden Tunnel mit Rechteckquerschnitt verlaufen. Die Bauwerkssohle liegt am Tiefpunkt der Gradienten etwa 10,5 m unter Gelände bzw. etwa 7,0 m unter dem Meeresspiegel.

4.2 Baugeologie

Die Baugrundverhältnisse sind unklar. Vorerst muss alternativ von drei verschiedenen Szenarien ausgegangen werden:

- a) Bis weit unter die Baugrubensohle steht Lockergestein an, insbesondere Sand.
- b) Bis zur Baugrubensohle steht Lockergestein an, darunter folgt Fels, vermutlich Kalkstein.
- c) Die Baugrube liegt weitgehend im Fels, nur die obersten 4 – 5 m liegen in Lockergestein.

Da sich diese drei Szenarien hinsichtlich der bautechnischen Möglichkeiten und Grenzen deutlich unterscheiden, ist eine Fortsetzung der Planung erst sinnvoll, wenn aufgrund von Erkundungsmaßnahmen (Bohrungen, Sondierungen, geophysikalischen Methoden) ein geologischer Längsschnitt zur Verfügung steht. Wegen der Nähe zur Küste sind kleinräumige Änderungen vorstellbar, sowohl in Längs- als auch in Querrichtung. Die Erkundung muss deshalb in einem engen Raster durchgeführt werden und das gesamte Baufeld und dessen nähere Umgebung abdecken.

Hinsichtlich des Grundwasserspiegels liegen zwar ebenfalls keine detaillierten Angaben vor, es ist aber davon auszugehen, dass dieser dicht über dem Meeresspiegel liegt. Es macht allerdings einen großen Unterschied aus, ob unterhalb des Grundwasserspiegels Lockergestein oder Fels ansteht. Dieser Unterschied ist für die statischen Nachweise, für die Bauausführung und für die konstruktive Ausbildung von sehr großer Bedeutung. Stichworte:

- Wasserandrang beim Aushub
- Wasserdruck auf den Baugrubenverbau
- Gefahr des hydraulischen Grundbruchs
- Auftriebssicherheit
- Drainage- und Abdichtungsmaßnahmen
- Erforderliche Dichtigkeit des Verbaus
- Erfordernis einer Grundwasserabsenkung
- Gefahr von Setzungsschäden bei einer Grundwasserabsenkung
- Aufstau des Grundwassers auf der Bergseite infolge der Barrierewirkung des Bauwerks
- Gegebenenfalls Notwendigkeit von Grundwasserdükern unter dem Bauwerk.

Im folgendem wird bei Bedarf auf die oben beschriebenen Szenarien verwiesen.

Die Carmel Verwerfung ist in Bezug auf die seismische Aktivität als „verdächtig“ eingestuft mit einer ca. 200 m breiten aktiven Verwerfungszone (Siehe Abb. 12).

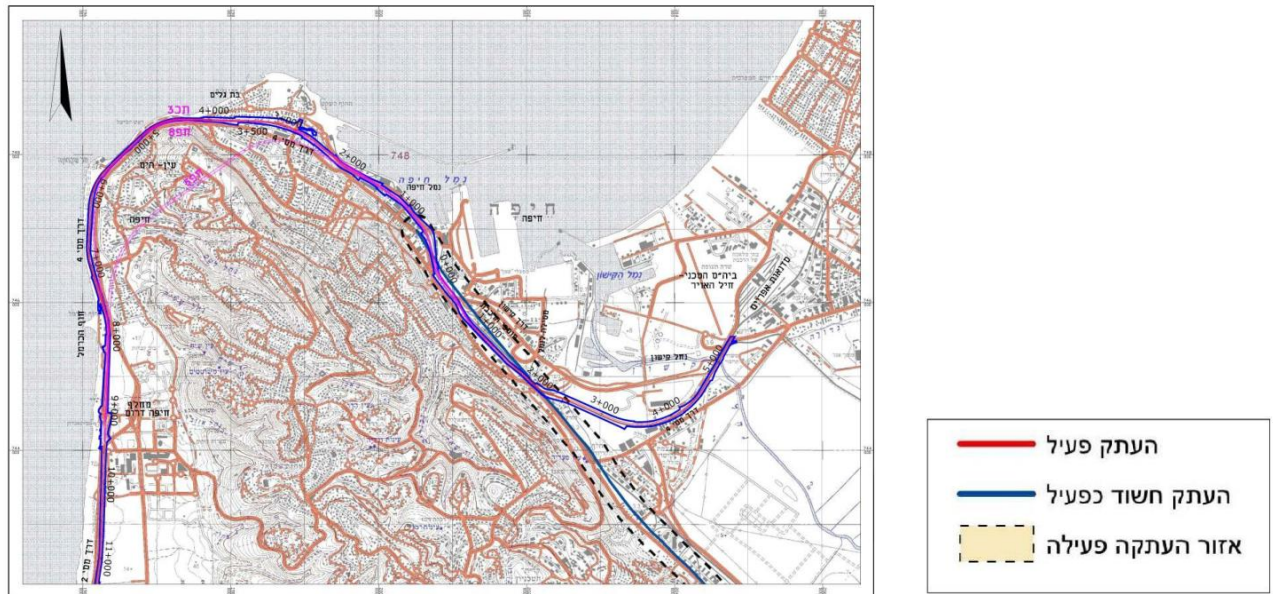


Abb.12 Karte der als aktiv Verdächtige Verwerfungen (Quelle m. Levin).

Die Häufigkeit von Erdbeben in den letzten Jahren ist in Tab. 4 dargestellt.

ID	Date	Origin Time	X (Tm)	Y (Tm)	Z	Md	Mb	Type	Region
1.	1984-08-24	06:02:25	216,900	727,200	11.0	5.1	5.0	FS	Carmel-Tirza
2.	1984-08-27	07:12:02	221,800	729,400	8.0	2.7	0.0		Carmel-Tirza
3.	1986-12-10	01:26:18	225,300	710,300	15.0	2.1	0.0		Carmel-Tirza
4.	1990-08-08	12:57:13	227,800	719,300	10.0	2.3	0.0		Carmel-Tirza
5.	1990-11-06	01:01:00	226,500	718,900	12.0	2.1	0.0		Carmel-Tirza
6.	1994-03-12	12:09:18	213,200	729,100	0.0	2.1	0.0		Carmel-Tirza
7.	1995-02-10	21:14:08	229,200	717,100	10.0	2.2	0.0		Carmel-Tirza
8.	1995-12-12	23:55:03	224,100	710,700	8.0	2.7	0.0		Carmel-Tirza
9.	2001-09-21	14:22:12	225,800	723,700	13.0	3.4	0.0	F	Carmel-Tirza
10.	2004-08-09	06:41:55	223,000	711,100	10.0	2.2	0.0		Carmel-Tirza
11.	2004-11-05	02:12:42	217,900	720,800	10.0	2.7	0.0		Carmel-Tirza
12.	2005-07-10	12:00:01	225,500	712,100	11.0	2.0	0.0		Carmel-Tirza
13.	2007-03-12	09:15:29	223,960	719,930	5.0	2.0	0.0		Carmel-Tirza
14.	2007-07-28	06:26:00	219,400	721,140	2.0	2.6	0.0		Carmel-Tirza

Tab. 4 Erdbeben entlang der Carmel Verwerfung (Quelle M. Levin)

Der geplante Tunnel verläuft im Bereich der als aktiv Verdächtige Carmel Verwerfung. In diesem Bereich muss gem. der Israelischen Richtlinie 413 eine Geologische Untersuchung durchgeführt werden die die Lage der Verwerfungslinie genau untersucht.

Das Tunnelbauwerk muss entsprechend der Erdbeben Gefahr konstruiert werden. Hier muss mit erhöhtem Aufwand und Kosten gerechnet werden.

4.3 Konstruktion

Die bisherigen Entwurfspläne zeigen, dass die Sohle des Tunnelbauwerks seitlich nicht mit den Wänden verbunden werden soll, im Gegensatz zu den oberen biegesteifen Ecken zwischen Decke und Wänden (siehe Abb. 2). Die Decke ist in der Mitte jedoch auf einer Wand oder Stützenreihe gelagert, die wiederum auf die Sohlplatte aufliegt. Eine solche Konstruktion setzt eine sehr gute, setzungsarme Bettung voraus, wovon im vorliegenden Fall vermutlich nicht ausgegangen werden kann.

Gemäß geologischem Gutachten gibt es einen Bereich, in dem bereits in 4,5 m Tiefe Kalkstein ansteht. Sollte die Tunnelstrecke hiervon betroffen sein, könnte dies örtlich sehr ungleichmäßige Bettungsverhältnisse bedeuten. Dies wäre bei der konstruktiven Ausbildung und Bemessung zu berücksichtigen.

Da der Tunnel zumindest im tieferen Teil im Grundwasser liegt, wäre eine Abdichtung erforderlich. Andernfalls müsste auf Dauer Wasser abgepumpt werden, und es bestünde die Gefahr des Bettungsverlustes infolge von Ausspülung.

Die Seitenwände sind in den Plänen unten als abgeschnitten dargestellt (siehe Abb. 2). Es ist nicht erkennbar, wie sich die Konstruktion nach unten fortsetzt. Ist es eine Tiefgründung gegen Setzungen, eine Auftriebssicherung für den Endzustand oder Teil der Baumaßnahme bei der Herstellung der Baugrube?

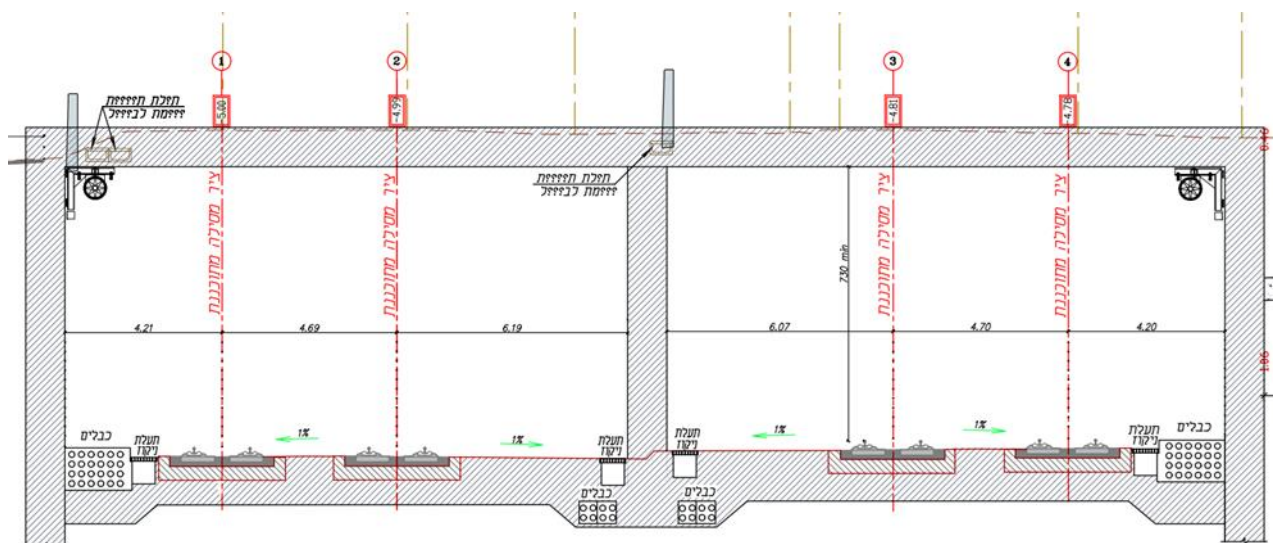


Abb. 13 Querschnitt Tunnel (Plan TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-4008-00.pdf)

Angesichts der Tatsache, dass die Baugrube im Sand unter dem Grundwasserspiegel ausgehoben werden soll, müssten die Verbauwände bis in größere Tiefe geführt werden. Dazwischen ist eine Dichtsohle herzustellen, entweder als Unterwasserbeton mit Verankerung nach unten, oder als Injektionssohle. Andernfalls kann es zu einem hydraulischen Grundbruch und einem Versagen des Verbaus kommen. Sollte die angedeutete Verlängerung der Seitenwände in diesem Sinne gedacht sein, würde es sich zugleich um den Verbau handeln. Hierzu passt aber nicht die Darstellung des biegesteifen Anschlusses der Decke. Weitere Überlegungen unsererseits setzen die genaue Kenntnis der räumlichen Verhältnisse, der Schichtgrenzen des Bodens, des Grundwasserstandes und der Durchlässigkeit voraus.

Die relativ schlanke Konstruktion dürfte kaum in der Lage sein, größere Lasten auf der Decke aufzunehmen. Falls Verkehrswege über die Decke geführt werden sollen, wären zumindest örtliche Verstärkungen des Rahmens oder aber separate Brückenkonstruktionen erforderlich. Besonders gefährdet ist die Decke bei einer Stützensenkung in der Mitte. Dieser Fall muss angesichts der großen Spannweite ausgeschlossen werden, z.B. durch eine Tiefgründung der Stützen.

In den Sonderbereichen mit Weichen von einer Seite zur anderen ist die Tunneldecke ohne Zwischenstützen dargestellt. Das ist unseres Erachtens so nicht machbar. Die Decke muss verstärkt werden, es müssen zumindest einzelne Stützen aufgestellt werden.

4.4 Verbau

Der Baugrund in Höhe des Tunnels besteht zumindest auf dem größten Teil der Strecke aus Sand, Lehm oder künstlicher Auffüllung, auf jeden Fall aus Lockergestein. Die Herstellung einer freien Böschung beim Aushub der Baugrube dürfte aufgrund der schlechten Materialeigenschaften des Bodens und wegen der Lage im Grundwasser nicht möglich sein. Sie kommt aber vermutlich auch aus räumlichen Gründen nicht in Betracht. Damit steht fest, dass die Baugrube seitlich durch einen Verbau begrenzt werden muss, der dem Erddruck und Wasserdruck standhält. Hierfür sind grundsätzlich Spundwände, Bohrpfahlwände und Schlitzwände geeignet, möglicherweise auch Trägerbohlwände.

Beim Szenario a) ist ein tiefreichender, vorab herzustellender Verbau erforderlich, wenn die Breite der Baugrube die Bauwerksbreite nicht wesentlich übersteigen soll und nahegelegene Gleise im Betrieb bleiben müssen. Der Aushub des Lockergesteins ist durch Baggern oder Absaugen problemlos möglich. Unter dem Grundwasserspiegel muss er allerdings im Wasser stattfinden. Ein Leerpumpen der Baugrube zwischen den Verbauwänden ist erst nach dem Einbau einer Unterwasserbetonsohle möglich. Diese muss entweder so dick sein, dass ihr Eigengewicht zur Aufnahme der Auftriebskräfte ausreicht, oder es ist vorab eine Verankerung nach unten vorzunehmen.

Bei Szenario b) könnte die Verbauwand bis in den Fels reichen, um eine Abdichtung zu erzielen. Es gibt dann nur noch einen Wasserzufluss aus dem Fels, der durch offene Wasserhaltung zu beherrschen wäre. Eine Unterwasserbetonsohle als Baubehelf ist nicht erforderlich. Das Bauwerk kann direkt auf dem Fels hergestellt werden. Als Verbauwand kommen Bohrpfähle und Schlitzwände in Betracht, wobei Gesteinsbohrer bzw. Fräsen zur Anwendung kommen müssen.

Beim Szenario c) kann unterhalb der Lockergesteinsschicht auf eine vorab hergestellte Verbauwand verzichtet werden. Statt dessen wird der Fels mit Spritzbeton und kurzen Ankern gesichert. Dem leichteren Verbau steht ein erschwertes Lösen des Gesteins gegenüber. Voraussichtlich muss gesprengt werden. dies ist mit Sprengerschütterungen und Steinflug verbunden und dürfte innerstädtisch und zwischen Bahngleisen nur unter harten Auflagen zulässig sein. Ein Lösen des Gesteins mit dem Hydraulikmeißel könnte sowohl an der geringen Leistung, als auch wegen der dauernden Lärmbelästigung scheitern. Auch ein Abbau durch Fräsen erreicht nur geringe Leistungen, ist zwar nicht so laut, staubt aber stark. Ein Reißen des Gesteins mit dem Reißzahn einer schweren Raupe ist wahrscheinlich nicht möglich. Es verbleiben Sonderverfahren wie das Herausschneiden großer transportfähiger Quader mit einer Seilsäge oder einem Höchstdruck-Wasserstrahl. Derartige Techniken werden auch für Baugruben zwischen vorhandener Bebauung angewendet und müssten in Haifa bekannt sein.

Die Baugrubensicherung im Szenario c) besteht nur im obersten Teil aus einem vorab eingebauten Verbau, darunter folgt die im Zuge des Aushubs herzustellende Sicherung im Fels. Dies bedeutet, dass es keine durchgehend einheitliche Wand gibt, die gegebenenfalls

auch gleich als Teil des endgültigen Bauwerks dienen könnte. Die Wand des Tunnels und auch des Troges in der Rampenstrecke muss also auf jeden Fall völlig getrennt von der Baugrubensicherung hergestellt werden.

Überschnittene Bohrpfahlwände und Schlitzwände sind grundsätzlich bei nicht zu hohen Ansprüchen an Aussehen, Ebenheit und Dichtigkeit auch als Teil des endgültigen Bauwerks (Trog, Tunnel) zu verwenden. Ihre Herstellung im Fels ist allerdings mit hohem Aufwand verbunden. Es müsste geprüft werden, ob sich dieser Aufwand als Alternative zur separaten Herstellung der endgültigen Wände in der fertig gesicherten Baugrube lohnt.

Wegen angrenzender Verkehrswege und Bauwerke ist es zumindest auf einem Teil der Tunnellänge erforderlich, den Baugrubenverbau verformungsarm auszubilden. Das bedeutet eine Bemessung auf erhöhten aktiven Erddruck oder gar Erdruchdruck.

Bei geringer Baugrubentiefe kommt der Verbau voraussichtlich ohne eine Haltekraft am oberen Ende aus. Er ist dann in den Boden eingespannt und trägt als Kragarm. Die Grenzen für diese Ausführungsvariante werden durch die Tiefe, die Baugrundverhältnisse und die Anforderungen an die Verformungsarmut bestimmt.

Auf jeden Fall wird es bereichsweise erforderlich sein, den Verbau oben zu stützen. Hierfür kommt nur eine Rückverankerung in Frage. Eine Aussteifung müsste oberhalb des Tunnelbauwerks liegen, was angesichts dessen geringer Tiefenlage nicht möglich ist. Eine Aussteifung würde aber auch die Aushubarbeiten behindern und wäre bei größerer Baugrubenbreite zudem knickgefährdet.

Angesichts der geringen Tragfähigkeit des Bodens müssten die Anker vergleichsweise lang sein und eine lange Verankerungsstrecke haben. Hierdurch ergibt sich die Notwendigkeit der Inanspruchnahme von Nachbargrundstücken, wofür vermutlich eine Zustimmung der Eigentümer erforderlich ist.

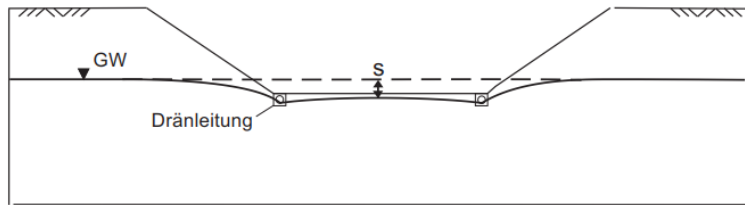
Bei Herstellung des Rahmentragwerks in der in den Plänen dargestellten Form mit Außenschalung ist ein Arbeitsraum erforderlich. Die Außenkante des Verbaus liegt dann 2 – 3 m von der Bauwerksaußenkante entfernt. Auf diesen beidseitig zur Bauwerksbreite hinzukommenden Streifen ist während der Bauzeit keine Nutzung möglich. Die örtlich direkt neben dem Rahmentragwerk dargestellten Gleise stünden in dieser Zeit nicht zur Verfügung.

Auf bestehende Bahnanlagen muss auch ganz allgemein bei allen Baumaßnahmen besondere Rücksicht genommen werden, um die Gleisanlage nicht zu beeinträchtigen. Hierzu gehört auch ein Überwachungsprogramm und ein Notfallprogramm zur bedarfsweisen Gleiskorrektur.

Zur Verringerung der Gesamtbreite der Baugrube ist es auch möglich, die Wände des Rechteckrahmens direkt gegen die Verbauwand zu betonieren. Auch die Verwendung der Verbauwand als endgültige Tunnelwand ist grundsätzlich denkbar. Dies erfordert jedoch hinsichtlich Abdichtung und Anschlüssen ein anderes Baukonzept. Am ehesten wäre hierfür eine Schlitzwand geeignet. Allerdings ist dies hinsichtlich der Gefährdung nahegelegener Gleise die unsicherste Bauart. In Deutschland sind gleisparallele Schlitzwände in der Nähe der Gleise verboten.

Sollte in Haifa eine künstliche Grundwasserhaltung über Brunnen zulässig sein, wäre die Situation wesentlich einfacher. Während der Grundwasserabsenkung entsteht ein Absenktrichter dessen Größe u.a. von der Bodenbeschaffenheit und der Tiefe abhängig ist.

Offene Wasserhaltung:



Geschlossene Wasserhaltung:

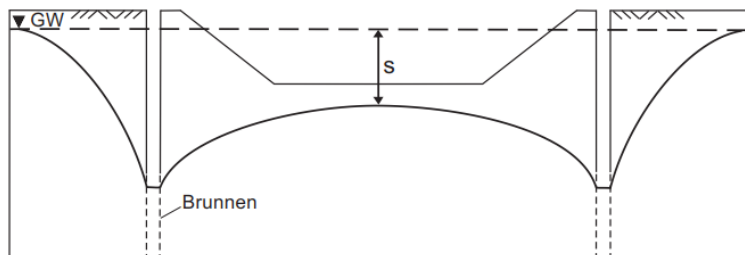


Abb.14 Absenktrichter bei einer Grundwasser Absenkung

Im Bereich des Absenktrichters sind Setzungen zu erwarten, die zu massiven Schäden an benachbarten Gebäuden führen können.

Es ist zu erwarten, dass eine Grundwasserabsenkung wegen der zu befürchtender Setzungsschäden nicht genehmigt wird, oder wegen zu großer Durchlässigkeit und der Nähe des Meeres mit vertretbarem Aufwand technisch und wirtschaftlich gar nicht möglich ist.

5 Ausführbarkeit Bauablauf

Der Erläuterungsbericht enthält bisher keine Vorgaben oder Einschränkungen für den Bauablauf des Tunnels. Die übergebenen Pläne TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-5201-00.pdf bis TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-5205-00.pdf zeigen, dass mindestens 2 Gleise während der Bauarbeiten in Betrieb bleiben sollen. Dies bedingt teilweise die Verlegung der oberirdischen Gleise vor Beginn der Arbeiten am Tunnel bzw. an den Trogbauwerken.

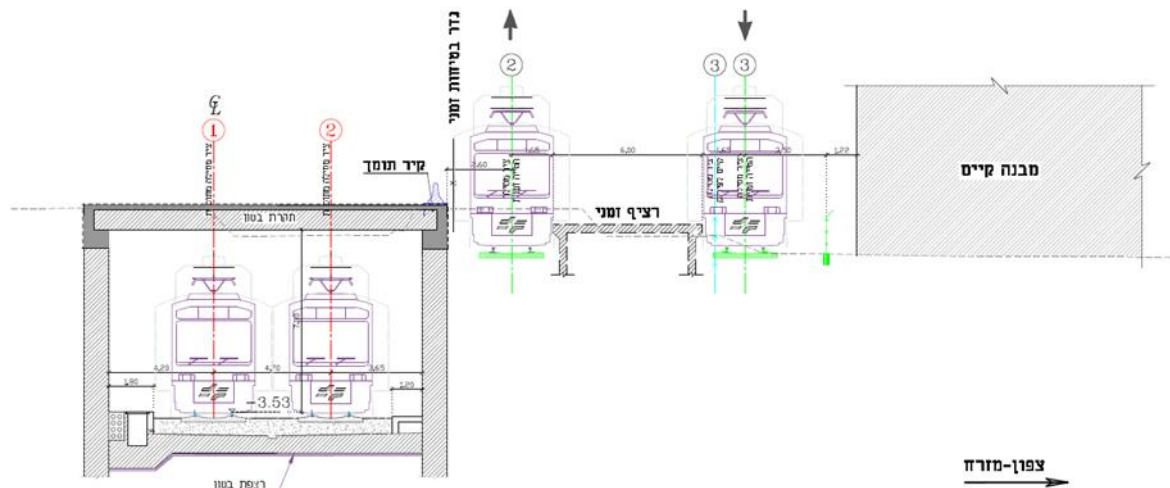


Abb. 15 Ausschnitt aus Plan-Nr. TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-5203-00

Zunächst ist die Herstellung eines 2-gleisigen Tunnels in offener Bauweise vorgesehen. Nachdem die Gleise in diesem Tunnelteil in Betrieb genommen wurden, soll die Herstellung des Bauwerks für die restlichen 2 Gleise erfolgen, wobei die eine Wand des bereits fertigen Tunnels/Trogs mitgenutzt werden soll.

Hierbei wäre es natürlich ideal, wenn der Baugrubenverbau gleich als Wand des endgültigen Bauwerks verwendet werden könnte. Da hierfür aber nur Bohrpfehlwände und Schlitzwände in Betracht kommen, ist eine solche Lösung nur bei den Szenarien a) und b), nicht aber beim wahrscheinlicheren Szenario c) wirtschaftlich sinnvoll.

Liegt das Szenario c) vor und soll das Bauwerk in zwei Teilquerschnitten hergestellt werden, müssten die mit Spritzbeton und Ankern gesicherten Felswände neben den endgültigen Wänden liegen. Damit würde die Baugrube um ca. 4 m breiter und es müsste ein weiteres Gleis vorläufig abgebaut werden. Die breite Baugrube wird das in Betrieb halten von mindestens 2 Gleisen parallel zum Tunnel erschweren.

Die zweiteilige Lösung wird noch komplizierter, wo wegen einer die Tunnelachse querenden Gleisverbindung gar keine Mittelwand erstellt werden soll. Hier müssten provisorische Stützen die Tunneldecke halten, bis der zweite Teil der Decke biegesteif angeschlossen ist.

Es muss beachtet werden, dass durch die Aufrechterhaltung des Bahnverkehrs während der Bauarbeiten die Bautechnologie (Baustelleneinrichtung, Baustraßen, Baulogistik) an die eingeschränkten Randbedingungen angepasst werden muss. Gerade vor dem Hintergrund, dass für die Tunnelbaumaßnahmen große Baumaschinen zum Einsatz kommen, sind Erschwernisse zu erwarten.

Bei der Bewertung der Tunnellösung muss beachtet werden, dass für die Herstellung des Tunnels die Umverlegung vorhandener Leitungen erforderlich ist. Dazu bedarf es einer

ausführlichen Planung und der Abstimmung mit den Eigentümern der Leitungen. Die Umverlegung vorhandener Leitungen erfordert gesonderte Bauzustände, die Auswirkungen auf den Gesamtbauablauf haben und bei der Bauzeitermittlung zu berücksichtigen sind.

Für die gemäß Erläuterungsbericht vorgesehene Grundwasserabsenkung bedarf es eines zeitlichen Vorlaufs für die Ausführungsplanung und die Einholung der wasserrechtlichen Genehmigung. Für den Bauablauf ist zu beachten, dass die Leitungsführung zur Ableitung des abgepumpten Grundwassers in das Hafenbecken und die ggf. erforderlichen Anlagen zur Wasseraufbereitung Platz brauchen (Baustelleneinrichtung) und den Baustellenverkehr behindern. Gleisanlagen, die während der Arbeiten in Betrieb bleiben, müssen so gequert werden, dass der Betrieb nicht gestört wird (z.B. Leitungsbrücken oder Durchörterungen). Zudem bedarf es für die gemäß Erläuterungsbericht vorgesehene Grundwasserabsenkung eines zeitlichen Vorlaufs und der Leitungsführung zur Ableitung des abgepumpten Grundwassers in das Hafenbecken.

Beim Planungs- und Bauablauf muss beachtet werden, dass Lärm- und Erschütterungsschutzanforderungen während des Bahnbetriebes einzuhalten sind. Dazu sind entsprechende baulastdynamische Untersuchungen, Planungen und Genehmigungen erforderlich. Im Ergebnis der Untersuchungen können MFS erfordern, die die Oberbaubauarbeiten aufwendiger und damit zeitintensiver werden lassen.

Die zahlreichen voraussehbaren bautechnischen Schwierigkeiten in Verbindung mit einer möglicherweise gar nicht möglichen Einschränkung des Bahnverkehrs und erheblichen Umweltbelastungen legen es nahe, über bessere Lösungen nachzudenken.

6 Störungen im Betrieb

Die neue erweiterte Bahntrasse soll parallel/anstelle der vorhandenen Bahnstrecke gebaut werden.

Die Bauplanungen sind daher so durchzuführen, dass ein (eingeschränkter) Weiterbetrieb des Zugverkehrs während der Baumaßnahmen sichergestellt werden kann. Im betrachteten Gebiet der geplanten Tunnel-Trasse in Bereich Haifa gibt es keine alternativen Eisenbahnstrecken, auf denen eine Umfahrung des Bauabschnitts erfolgen kann. Der Eisenbahnverkehr muss daher auf den im Baubereich befindlichen /umzulegenden Gleisen stattfinden. Es ist zu prüfen ob das im Rahmen der geplanten Zwischenstufe tatsächlich möglich ist.

[Zitat aus „Abschlussbericht Erstentwurf 33675753-15, Januar 2016, S.98:

5.2 Ausbau und Verdoppelung der Küstenschiene in Haifa

Der Vorsitzende des Ausschusses, Reuven Kogan, wies darauf hin, dass die Verlegung der Schiene (über dem Boden / in dem Tunnel / Absenkung) in zwei Abschnitte unterteilt ist:

1. Im Abschnitt von Beit Hameches und bis zum Getreidespeicher Dagon: Vier unterirdische Gleise, Abbau des Bahnhofs Mirkaz und Bau des Bahnhofs Beit Hameches gemäß der Vereinbarung mit der Gemeinde Haifa, Während in der Zwischenstufe zwei Gleisen auf dem Boden liegen werden. Die Vereinbarung mit der Israelischen Landesbehörde bezieht sich eigentlich auf die Absenkung von nur zwei Gleisen. Die Absenkung von zwei zusätzlichen Gleisen erfolgt durch Verdoppelung der Gleise.

Als Grundlage dient der aktuelle Planungsstand gemäß folgender Dokumente: Trassierung und Tunnel-Plan: [TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-1007-00-ZR.pdf]

Gleis- und Weichenlage: [TDM-UT-DP1-LnKISHBG-PD-1104-00.pdf]

Gleis- und Weichenlage Details: [TDM-UT-DP1-LnKISHBG-PD-1511-00.pdf bis 1531]

Querschnitte: [TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-4007-00.pdf bis 4012]

Querschnitte der Bau-zustände / Bauphasen: [TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-5201-00.pdf bis 5206]

Derzeit ist der Abschnitt im betrachteten Gebiet der geplanten Tunnel-Trasse zwischen Bat Galim über Haifa Central nach HaMifrats gem. derzeit gültigem Fahrplan (siehe Abbildung Nr. 16) sehr gut ausgelastet. Dieser Verkehr erfolgt derzeit über die z.T. nur Zweigleisige Strecke. Wenn durch Baumaßnahmen evtl. ein Umbau eines Gleises mit einer Teil-Sperrung einhergeht, ist mit einer deutlichen Reduzierung des möglichen Zugverkehrs zu rechnen. Selbst wenn während der Bauzeit durchgehend 2 Gleise für den Betrieb verfügbar bleiben, muss durch deren "Behelfs- Trassierung, -Signalisierung" mit einem geringeren Durchsatz gerechnet werden.

Es ist zu klären, was mit dem derzeitigen Bhf. "Haifa Central" erfolgen soll. Abhängig davon, ob dieser Bahnhof ersatzlos geschlossen oder zumindest behelfsmäßig in Betrieb bleiben soll, könnte eine bauzeitliche Signalisierung mit den entsprechenden Einrichtungs- und Überwachungsmaßnahmen erforderlich werden.

Die während der Bauzeit nur eingeschränkt mögliche Anbindung der Anschlußgleise "Dagon" und "Haifa Yard East / Depot / Port" kann zu erheblichen Problemen führen, möglicherweise können diese Anschlüsse über einen längeren Zeitraum überhaupt nicht bedient werden!

Auch werden während der Bauzeit weitere Flächen von bestehenden Bahnanlagen in den Bereichen von "Dagon" und "Haifa Yard East / Depot / Port" benötigt. Hier ist ebenfalls mit Einschränkungen und Nicht-Verfügbarkeit von Gleisanlagen zu rechnen.

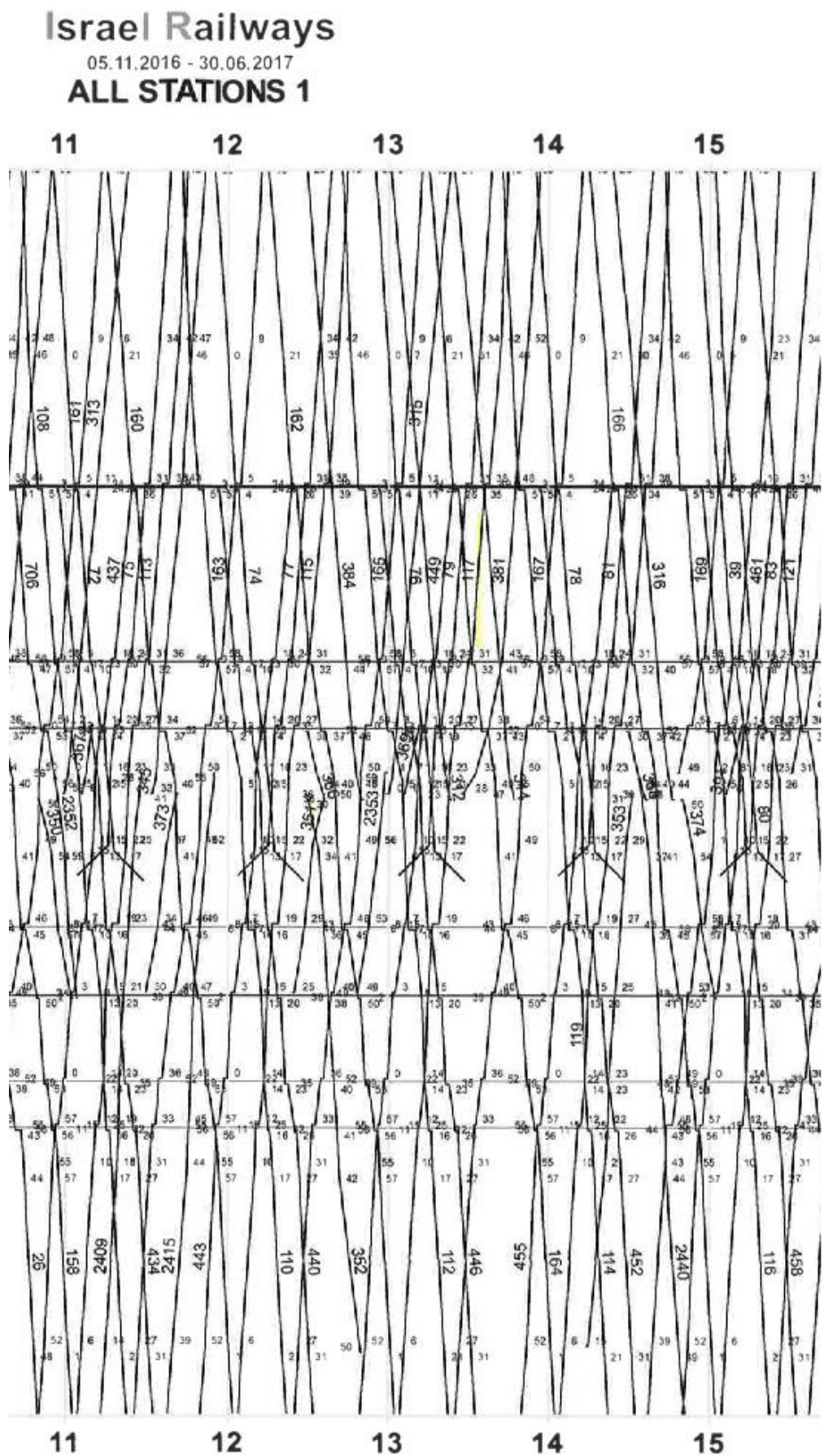


Abb. 16 Fahrplanausschnitt Winter 2016 / 2017

7 Bahnbetrieb

7.1 Künftige verkehrliche Situation

Es existieren zwei Prognosen für die zukünftige Betriebliche Situation im Jahr 2040. Beide Prognosen beschreiben die Anzahl der geplanten Reisezüge je Stunde. Die vorliegenden Prognosen sind:

- „Haifa-Tel Aviv_4_Line_Passengers Forecast 2040“, vom 08.03.2015 [Haifa-Tel Aviv_4_Line_Passangers Forcast 2040_13.01.2015.pdf] .
- „Israel Railways Strategic Development Plan 2040“ Draft Operational Layout, C8.1, Version 4, November 2016 [Final Report Appendix D 15_11R2.pptx] .

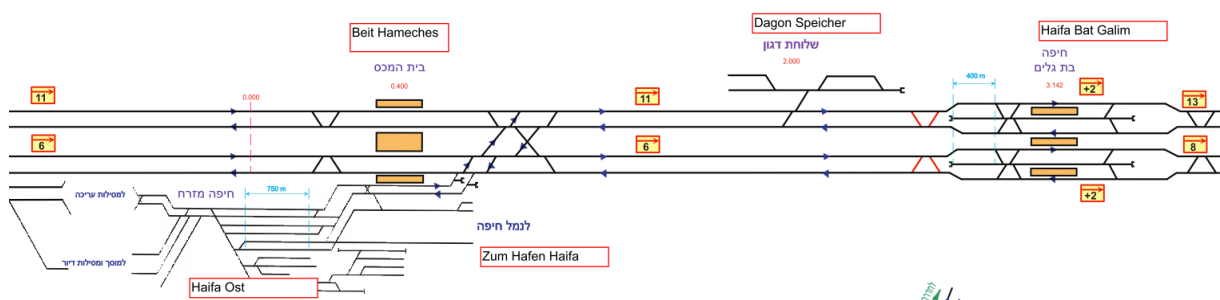


Abb. 17 Haifa-Tel Aviv_4_Line_Passengers Forecast 2040

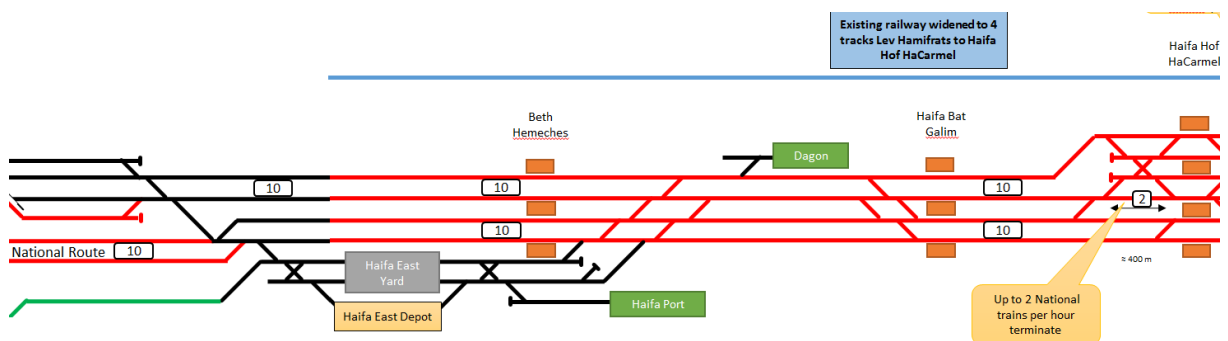


Abb. 18 Israel Railways Strategic Development Plan 2040“ Draft Operational Layout

Gemäß dieser Prognosen sind bis zu 11 Zugpaare je Doppelgleis und Richtung geplant. Die Zugfolgezeit beträgt damit ca. 5min. Da alle Züge im neuen Tunnelbahnhof „Beit Hameches“ anhalten sollen und mit einer Haltedauer von ca. 2min zu rechnen ist, ist damit die maximale Leistungsfähigkeit erreicht. Zugverspätungen wirken sich daher unmittelbar auf alle Folge-Züge aus. Das Fahren und Kreuzen von Güterzügen ist in dieser Überlegung nicht dargestellt. Das Bauen von Teilen dieser, in nächster Zukunft voll ausgelasteten, Strecke mit allen Weichen und Verbindungen in einem Tunnel wird das Umbauen oder Anpassen der Gleisanlagen sehr erschweren, sogar unmöglich machen. Eine Betriebliche Weiterentwicklung wird sehr eingeschränkt sein.

7.2 Betriebsstellen

Die geplante Position des neuen Tunnel-Bahnhofs „Beit HaMeches“, der im Tunnelbereich mit seiner Lage im Bogen ($R=600m$) und ein Gefälle von 2,5‰ aufweist [TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-1007-00-ZR.pdf] ist zu überdenken.

Man sollte bei der Planung des Neubau Bhfs im Tunnel "Beit Hameches" eine Lage im Bogen vermeiden. Insbesondere bei der geplanten Zugfolgezeit von ca. 5min. d.h. alle 5 min muss an einem Bahnsteig ein Zug abgefertigt werden - und "gebogene Bahnsteige" stellen dabei den Betrieb vor manche Probleme:

z.B. bei einer Zugabfertigung durch den Lokführer, der dafür die gesamte Zuglänge überblicken muss. Dazu müssen dann Kameras und Monitore nachgerüstet werden. Die Bilder müssen "sicher" an den Lokführer entweder in den Zug oder auf geeignete Monitore auf dem Bahnsteig an die korrekten Haltepositionen übertragen werden.

Die Planung sollte generell überdacht werden. Durch Maßnahmen wie z.B. das Weglassen der Abzweigstelle (junction) im Tunnel, Vermeidung oder Verschiebung von Überleitstellen im Tunnel, gewinnt man vielleicht Platz um den neuen Bhf "Beit Hameches" so elegant im Tunnel einzuplanen, dass er gerade Bahnsteige auf ebener Fläche aufweist.

Im Tunnelbereich sind Überleitstellen (crossover) sowie eine Abzweigstelle (junction) vorgesehen. [siehe: TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-1008-00.pdf sowie TDM-RR-DP1-LnKISHBG-PD-1007-00.pdf] Die Anordnung dieser Betriebsstellen kann zu betrieblichen Einschränkungen führen. Außerdem erfordern diese Betriebsstellen erheblichen Aufwand bei der Signalisierung und der Projektierung von Fahrstraßen.

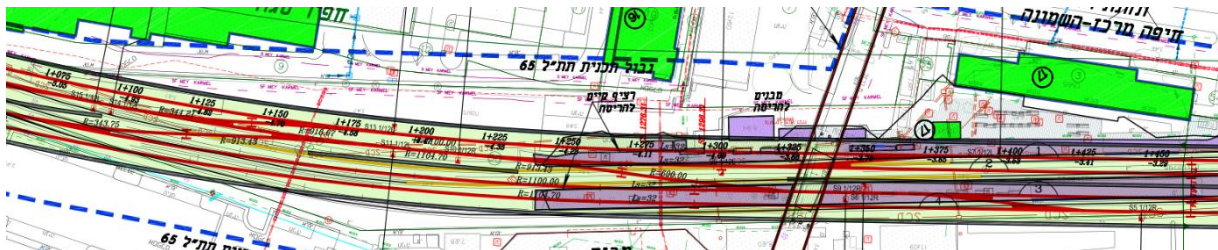


Abb. 19 Geplante Position von Überleitstellen als Weichentrapeze im Tunnelbereich

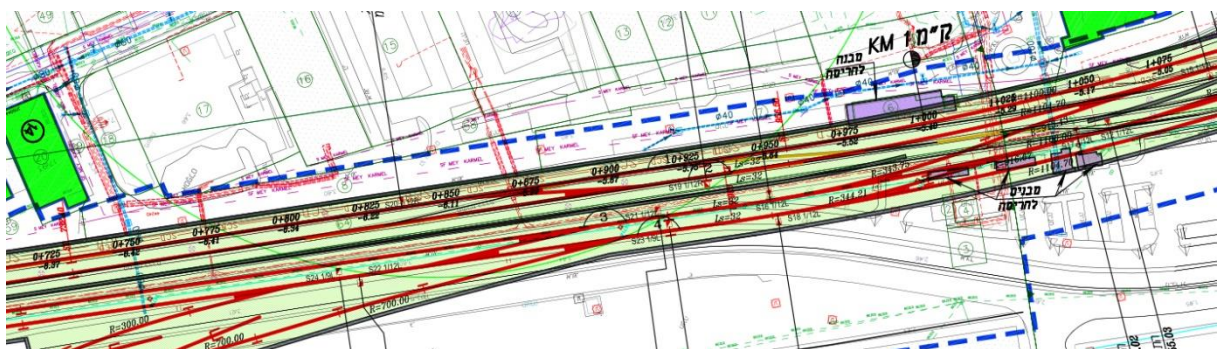


Abb. 20 Geplante Position von Überleitstellen und einer Abzweigstelle im Tunnelbereich

Es sollte geprüft werden, ob diese Betriebsstellen außerhalb des Tunnels in einer vereinfachten Ausführung angeordnet werden können, so wie es im süd-östlich gelegenen Rampenbereich vorgesehen ist [siehe: TDM-UT-DP1-LnKISHBG-PD-1514-00.pdf].

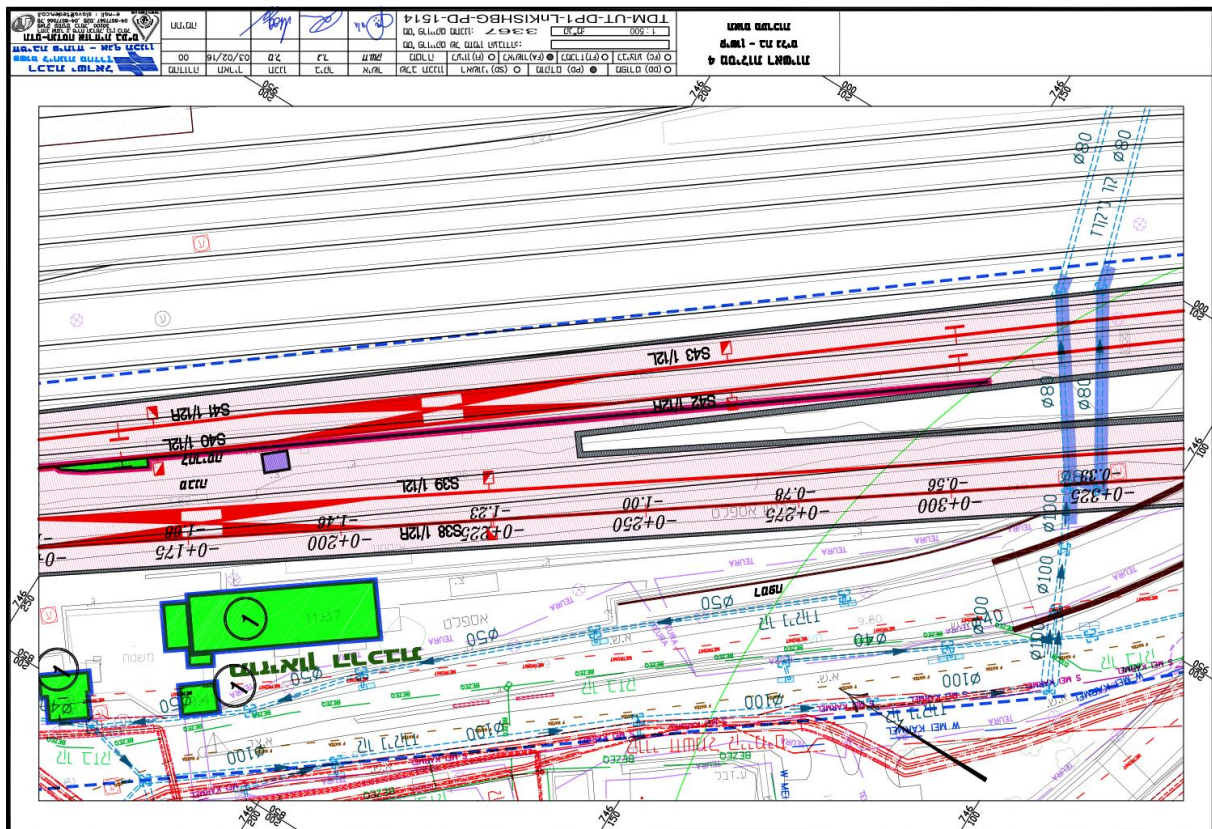


Abb. 21 Geplante Position von Überleitstellen als Weichenkreuz im süd-östlichen Rampenbereich

Überleitstellen mit Weichenkreuz (doppelte Gleisverbindung, scissors crossover) haben einen Vorteil bei technischen Störungen:

Bei Ausfall einer Weiche (Antriebsstörung, Sperrung) ist das zur Umfahrung der Störung notwendige Befahren des Gegengleises in jedem Fall nur über einen Abschnitt zwischen Überleitstellen notwendig.

Bei Verwendung eines Weichentrapezes (zwei einfache Gleisverbindungen, facing + trailing crossovers) führt eine Störung an einer der spitz zueinander liegenden Weichen zur Notwendigkeit, das Gegengleis über zwei Abschnitte zu befahren. Damit ist die Restleistungsfähigkeit der Strecke viel stärker reduziert als bei Verwendung von Weichenkreuzen. Deshalb sind Weichenkreuze als Überleitstellen häufig zu finden.

Verschleiß an dem Weichenkreuz ohne bewegliche Teile tritt nur beim tatsächlichen Befahren auf. Es fallen jedoch im Vergleich zum Weichentrapez zusätzliche Kosten für die regelmäßige Inspektion der Kreuzungsteile an (Weichenprüfung).

Aus Stellwerks-Sicht ist die Gleisfreimeldung (track vacancy detection) bei Weichenkreuzen anspruchsvoller zu realisieren als bei Weichentrapezen.

Aus Tunnelbau-Sicht sind Weichenkreuze vorteilhaft, weil dadurch eine in offener oder bergmännischer Bauweise zu erstellende Weichenhalle (crossover box) kurz gehalten werden kann. Bei komplett offener Bauweise oder in freier Lage wird das Weichentrapez immer kostengünstiger zu bauen und instand zu halten sein.

Aus spurführungstechnischer Sicht muss beachtet werden, dass der Gleisabstand sich ausreichend vom Dreifachen der Spurweite ($3 \cdot 1435 \text{ mm} = 4305 \text{ mm}$) unterscheidet. Denn sonst liegen sich die Spitzen der Weichenherzstücke (frog) und die Spitze des einfachen Herzstücks der Kreuzung direkt gegenüber, was zu einer führunglosen Stelle und starken Vertikalstößen führt.

Für die in den Tunnel auf die Hauptgleise führenden Gleise der Abzweigstelle aus Haifa East / Depot / Port wurde ein Flankenschutz gegen feindliche Zug- und Rangierfahrten und unbeabsichtigt ablaufende Fahrzeuge / Waggons durch Schutzweichen geplant [siehe: TDM-UT-DP1-LnKISHBG-PD-1518-00.pdf].

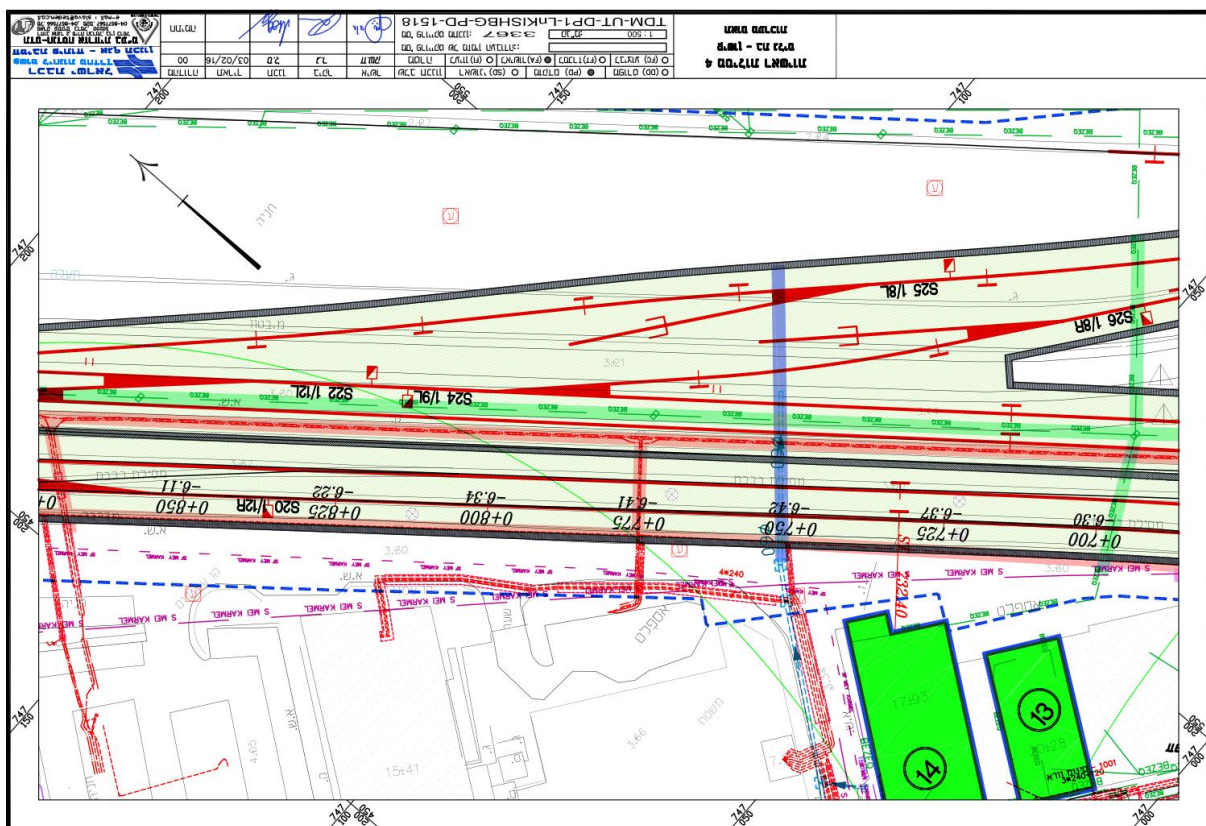


Abb. 22 Geplante Position von Schutzweichen im Tunnelbereich

Die Position dieser Schutzweichen im Tunnelbereich erscheint nicht sinnvoll. Es ist zu beachten, dass trotz dieser Schutzweichen ein Eindringen von Fahrzeugen / Waggons in den Lichtraum des Hauptgleises nicht ausgeschlossen werden kann.

Es muss geprüft werden, ob diese Schutzweichen ausreichen und ob das Schutzziel somit überhaupt erreicht werden kann.

Es ergeht die dringende Empfehlung bei der Planung auf eine derartige Gleisanbindung im Tunnel zu verzichten und zu prüfen, ob die Abzweigstelle außerhalb des Tunnels angeordnet werden kann.

8 Städtebau und Umwelt

8.1 Städtebauliche Aspekte

Im Erläuterungsbericht wird angegeben, dass durch den Tunnel die Zugänglichkeit des Hafens mit der geplanten Promenade „Ben Gurion“ verbessert werden soll. Durch die Absenkung der Gleise im Bereich des Hafens wird dies grundsätzlich erreicht.

Im Bereich der Trogbauwerke ist jedoch eine neue städtebauliche Nutzung nur sehr eingeschränkt möglich. Da im Bereich km 0+100 bis ca. 0+600 die Güterzüge im Trog geführt werden und zusätzlich noch zwei oberirdische Gleis im Lageplan dargestellt sind (siehe Abbildung), ist auch in diesem Teil des Tunnels eine neue städtebauliche Nutzung nur sehr eingeschränkt möglich.

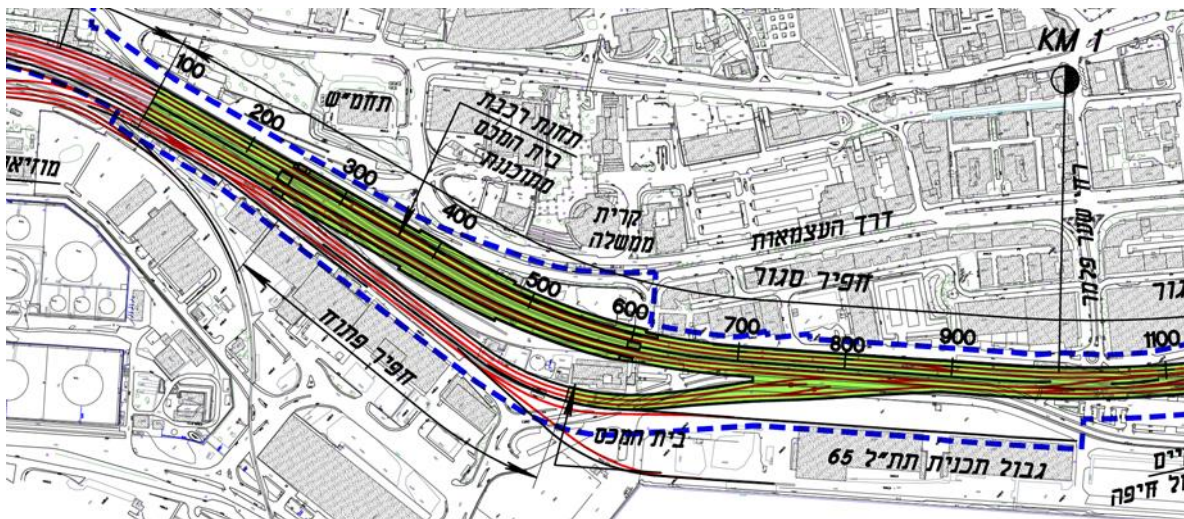


Abb. 23 aus Plan-Nr. TDM-RR-DP1-000KB_SP-PD-0250-00

Der Bereich in dem die neue Strecke komplett unterirdisch verläuft ist von km 0,5+50 bis km 1,9+50. Nur hier, auf einer Länge von 1400 m, hat die geplante Maßnahme einen eindeutig positiven Einfluss auf das Stadtbild und auf die Verwendung der Flächen für andere Städtebauliche Zwecke.

Die geplante Neunutzung der durch die Tieferlegung der Bahngleise freiwerdenden Flächen muss so beschrieben werden, dass die aus der neuen Nutzung folgenden Belastungen des Tunnels der Bemessung zugrunde gelegt werden. Dies betrifft z.B. Verkehrs- und Bebauungslasten.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Erstellung eines Tunnelbauwerks durch die Stadt in der Zukunft die Verwendung der benachbarten Grundstücke beeinflussen wird. Es wird sicherlich Einschränkungen zur Nähe, Größe und Bauweise benachbarter Gebäude geben. Die Planung und Bau von Leitungen wie Abwasser, Wasser, Gas, Öl usw. werden erschwert bzw. nicht möglich sein. Der Bau von Bauwerken in Tunnelnähe wird erschwert und verteuert.

8.2 Umwelt

Die Herstellung des Tunnels mit den angrenzenden Trogbauwerken erfordert einen umfangreichen Bodenaushub. Der Bodenaushub muss abtransportiert und je nach Eignung wieder verwendet oder deponiert werden. Auf der Grundlage von Bodenuntersuchungen ist dazu ein Konzept zu entwickeln.

Die Bauarbeiten zur Herstellung des Tunnels mit den Trogbauwerken (Spezialtiefbau zur Herstellung der Tunnelgründung und der Tunnelwände, Erdbau und Betonbau zur Herstellung der Tunneldecke sowie der Einbauten) bedingen bauzeitlich eine Belastung der Umwelt durch Baulärm und Luftverschmutzung. Hierfür sind Kompensationsmaßnahmen in Betracht zu ziehen (z.B. Einhausungen als Lärmschutz, Abluftabsaugung). Es sollte auch geklärt werden, welche Einschränkungen für den Bauablauf (z.B. Beschränkung der Bauarbeiten auf Werktage und Tageszeitbeschränkungen) zu erwarten sind.

Durch den Tunnel mit den Trogbauwerken wird in das Grundwasser eingegriffen und ein Hindernis in den Grundwasserkörper gebaut. Dabei ist zu beachten, dass die Grundwasserfließrichtung vom Berg Carmel hin zum Meer zu erwarten ist. Es sollten die Genehmigungsfähigkeit und eventuell zu erwartende Auflagen der zuständigen Wasserbehörde geklärt werden.

Im Endzustand ist durch den Tunnel eine Verbesserung der Umweltbedingungen zu erwarten, da der Bahnlärm verringert wird und Flächen zur Begrünung gewonnen werden.

8.3 Lärm und Erschütterungen

Im Bereich des Tunnels sinkt die Lärmbelastung durch Luftschall infolge des Bahnverkehrs. Es ist noch zu untersuchen, ob Erschütterungen über die Tunnelwände in den umgebenden Boden geleitet werden, die zu Beeinträchtigungen für bestehende oder später zu bauende Gebäude im Nahbereich der Trasse führen können.

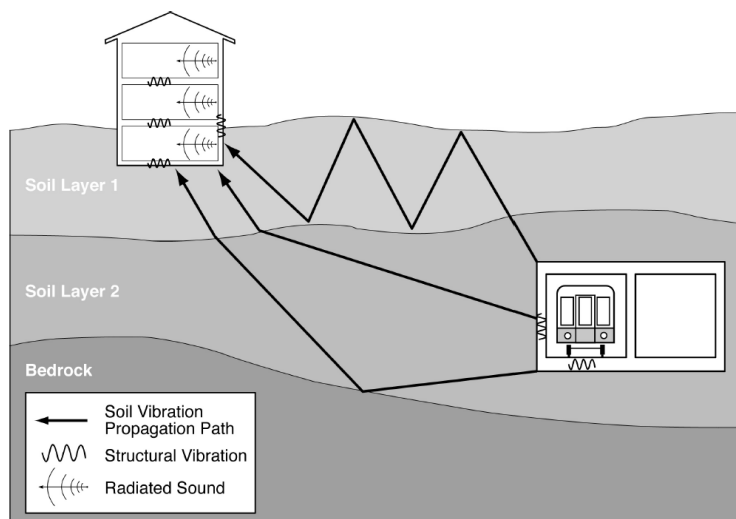


Abb. 24 Ausbreitung von Erschütterungen im Boden und Körperschall in Gebäude

Aus dieser Untersuchung können sich ggf. zusätzliche Aufwendungen für die Bahnstrecke in Form von Hochelastischer Schienenlagerung (HERF= High Elastic Rail Fasteners) oder -bei größerer erforderlicher Pegelabsenkung- Masse-Feder-Systemen (MSS = Mass-Spring Systems) ergeben.

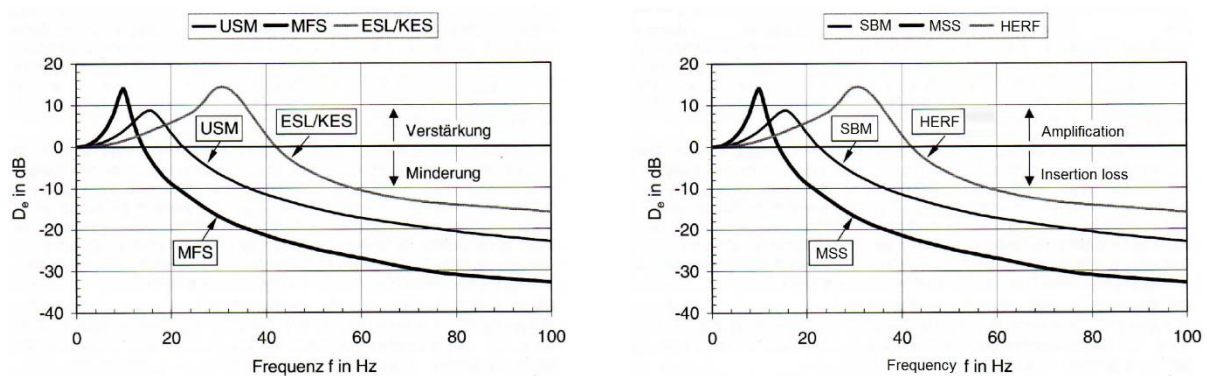


Abb. 25 Qualitativer Vergleich unterschiedlicher Oberbauformen (Unterschottermatten USM / SBM, Masse-Feder-System MFS / MSS, Hochelastische Schienenlagerung ESL / HERF)

Eine genaue Aussage dazu kann nur über ein durchgeführtes Messprogramm erfolgen, Prognosen nur auf der Basis von Bodenkennwerten sind zu ungenau. Ein Hauptproblem für eine zuverlässige Bestimmung liegt in der Vielzahl der Einflussfaktoren, die die Immissionswerte am Standort des Empfängers beeinflussen. Die wichtigsten physikalischen Parameter können in folgende 4 Kategorien aufgeteilt werden:

- **Oberbau:** Art und Zustand der Schienen, die Oberbauart, das Schienenbefestigungssystem sowie die Masse und Elastizität des Oberbaus beeinflussen die Stärke der Schwingungen und den Körperschall.
- **Geologie:** Boden- und Untergrundverhältnisse haben einen wesentlichen Einfluss auf die Stärke von Schwingungen und Körperschall. Wesentlichen Einfluss haben die Steifigkeit und Dämpfungseigenschaften des Bodens sowie die Tiefenlage des Felshorizonts. Faktoren wie die Schichtung des Bodens sowie die Lage des Grundwasserhorizonts haben signifikanten Einfluss auf die Ausbreitung von Schwingungen und daraus resultierendem Körperschall in den Gebäuden.
- **Gebäude:** Gebäude sind die wesentlichen Bauteile für die Bewertung der Körperschall-Emmissionen, da Probleme mit dem Körperschall in der Regel innerhalb der Gebäude auftreten. Die Intensität der Schwingungen und des Körperschalls hängen dabei von diversen bauwerksspezifischen Parametern ab wie Gründung, Unterkellerung, Bauart von Wänden und Decken, Ausbreitungswege der Schwingungen im Gebäude etc.
- **Betriebliche und fahrzeugspezifische Faktoren:** In dieser Kategorie sind alle Parameter in Bezug auf Betrieb und Fahrzeuge zusammengefasst. Massgebliche Faktoren sind z.B. Achslasten, Achsabstände sowie die ungefederten Massen der Fahrzeuge. Weitere Faktoren wie z.B. Einflüsse aus dem Rad-Schiene-Kontakt, Zustände der Radsätze und Streckenbelastung resultieren aus dem Betriebsprogramm, dem Fuhrpark und der Maintenance-Strategie.

Zudem müssen auch die Einwirkungen während der Bauzeit, z.B. durch Rammarbeiten etc. berücksichtigt werden.

9 Entwässerung

Der zu untersuchende Bereich wird von 2 Bächen gekreuzt und die gesamte Entwässerung der Stadt verläuft in Richtung Meer und quert somit die Baumaßnahme. Der geplante Tunnel wird eines der tiefsten Punkte in der Stadt sein. Durch diese, oben beschriebene, Hydrologische Lage sind regelmäßige Überschwemmungen im unteren Stadtbereich unausweichlich. Vor allem die vorhandenen Bahnstrecken im Bereich Haifa Ost werden immer wieder überflutet. Die geplanten Tunnel müssen unbedingt vor Überflutung geschützt werden. In der vorliegenden Planung sind entsprechende Maßnahmen nicht ersichtlich. Die Vermeidung der Überflutungsgefahr muss gelöst werden bevor das Projekt weiter verfolgt wird.

Das Eintreten von Oberflächenwasser sowie Grundwasser in den Tunnel über die Portale ist zu vermeiden. Im Anschluss an die Tunnelbereiche müssen die Trogbauwerke daher als Grundwasserwannen ausgebildet werden, um einen permanenten Wasserzufluss in den Tunnel zu verhindern. Diese können mit entsprechenden Abdichtungen oder aus wasserundurchlässigem Beton und mit den entsprechenden Fugenabdichtungen hergestellt werden.

Gem. der Israelischen Vorschrift für Tunnel Nr. 5856 Teil 2 ist die Planung von Tunnel mit einem Tiefpunkt im Tunnel zu vermeiden. Hier ist eine Entwässerung durch Pumpen zu planen. Diese ist teuer in der Unterhaltung und Instandhaltung.

Im Tiefpunkt der Tunnelanlage muss eine Einrichtung zur Sammlung des in den offenen Trogbereichen und in Folge möglicher Leckagen eindringenden Wassers (Pumpensumpf) geschaffen werden, das Wasser muss dann über die Pumpen zum oberirdischen Vorfluter geleitet werden, der mit den entsprechenden Kapazitäten erstellt werden oder als bestehender Graben zur Verfügung stehen muss.

Innerhalb der Tunnelanlagen sind entsprechende Entwässerungseinrichtungen wie Rinnen, Rohre und Schächte vorzusehen.

10 Elektrifizierung

Es liegt eine Studie zur Elektrifizierung der Israelischen Eisenbahn vor: ISR Electrification Program - Power study 2030 [ECH-282.14-001.V1.0.Power_study_2030.pdf].

Diese enthält detaillierte Angaben und „Design recommendations“ für die geplante Elektrifizierung. Es wurden Aussagen zum Fahrleitungs-System mit 25kV (Overhead System OHW) und zur Qualität der Spannungsversorgung (Quality of line voltage) getroffen. Durch Simulation wurde u.a. ein Einspeisekonzept (Feeding concept) und der Standort von Unterwerken (Substations - transformer stations) für den Zielhorizont 2030 ermittelt.

Im Folgenden wird auf die Gestaltung der Oberleitung/Fahrleitungsanlagen und das Erdungskonzept eingegangen, welches insbesondere im betrachteten Tunnelbereich von besonderer Bedeutung ist.

10.1 Oberleitung/Fahrleitungsanlagen (*Contact Lines for Electrical Railways*)

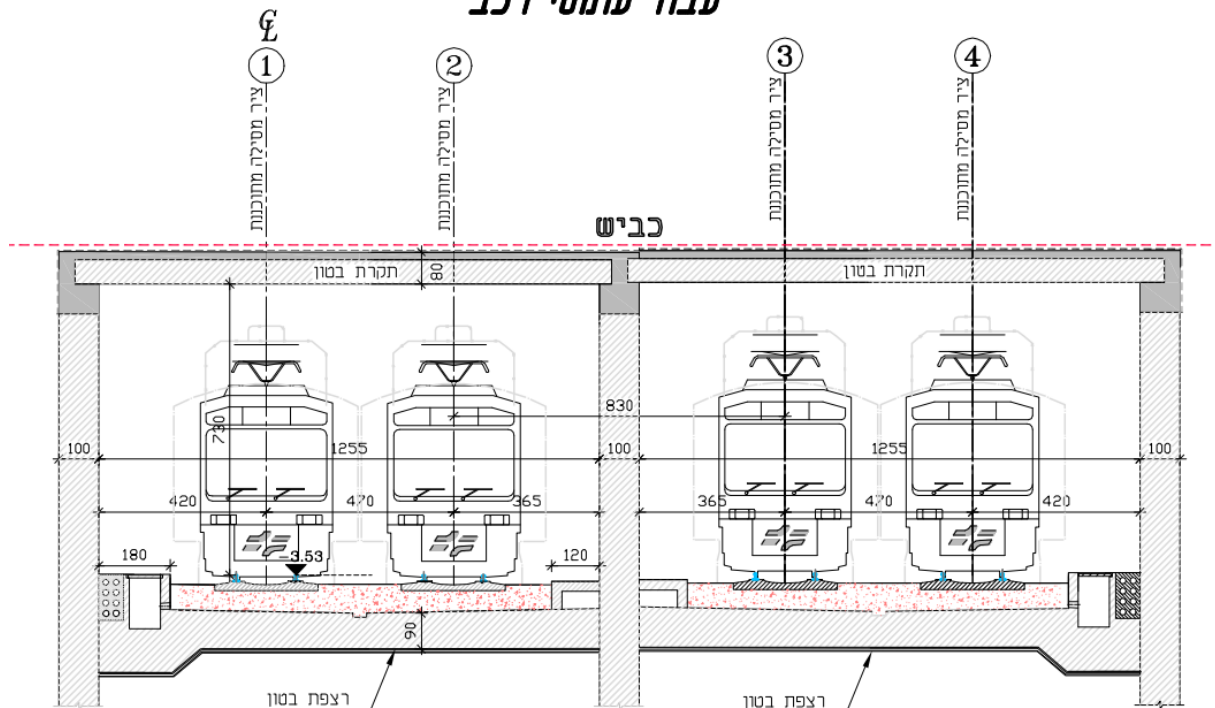
Auswahl möglicher Oberleitungsbauarten aufgrund der im betreffenden Abschnitt vorgesehenen maximalen Streckenhöchstgeschwindigkeit.

Erforderliche Tunnelhöhe:

- **Abgespannte Fahrleitung (catenary):**
Benötigt an den Stützpunkten eine Systemhöhe von 1,10 m. Die maximale Spannweite kann bis zu 50 m betragen.
 - Eine Verringerung der Systemhöhe ist bei Geschwindigkeiten von weniger als 200 km/h möglich, dann ergeben sich auch meistens verringerte maximale Spannweiten.
- **Deckenstromschiene (conductor rail):**
Benötigt etwa 0,45 m als Bauhöhe an den Stützpunkten. Die maximale „Spannweite“ liegt zwischen 10 m und max. 20 m.
- Zusätzlich zur Bauhöhe der Fahrleitung (Contact Lines) sind die **Isolationsabstände** in Luft gegen geerdete Teile zu berücksichtigen. So beträgt dieser Abstand bei einer Fahrdrabtspannung von 25 kV = 0,27 m für dauernde Annäherung.
- Bei Verwendung von **geschotterten Gleisen** sind 0,05 m als Hebungsreserve beim Gleisstopfen in die Bauhöhe einzurechnen.
Bei **fester Fahrbahn** ist die Berücksichtigung einer Hebungsreserve nicht erforderlich.

In den vorliegenden Planungsunterlagen (Beispiel siehe unten) ist anscheinend eine Bauhöhe von 7,30 m vorgesehen. Die Unterlagen müssen dazu im Detail für jeden Querschnitt überprüft werden.

חתך טיפוסי לרוחב מנהרה חפיר סגור עבור עומסי רכב



אומדן למטר אורך : ~245.000 ש"ח/מטר

Abb. 26 Lichtraum aus: [„Abschlussbericht Erstentwurf 33675753-15, Januar 2016, S.100]

Beispiele für die erforderliche innere Tunnelhöhe:

		ballasted track		slab track	
		catenary	conductor rail	catenary	conductor rail
kinematische Umgrenzungslinie (unbekanntes schwedisches Profil)	kinematic rolling stock gauge (unknown swedish profile)	4900	4900	4900	4900 mm
Überhöhung	cant	10	10	10	10 mm
Hebungsreserve Gleis	levelling tolerance of track	50	50	0	0 mm
TSI Lichtraumprofil GC	TSI obstacle/infrastructure gauge				mm
Bewegung OLA nach unten	contact wire sag	50	5	50	5 mm
halbe Zusatzlast (Tunnelmund)	half catenary additional load near tunnel mouth	50	5	50	5 mm
Bautoleranz	tolerance of OCL installation	30	30	30	30 mm
Elektrischer Abstand in Luft	electrical clearance	270	270	270	270 mm
Fahrdraht über SOK	contact wire ToR	5360	5270	5310	5220 mm
Bautoleranz	tolerance of OCL installation	30	30	30	30 mm
Elektrischer Abstand in Luft	electrical clearance	270	270	270	270 mm
Systemhöhe	system height	1100	430	1100	430 mm
Bauhöhe	supporting assembly	50	50	50	50 mm
Bauhöhe Tunnel über SOK	inner tunnel height, ToR	6810	6050	6760	6000 mm

Tab. 5 Innere Tunnelhöhe bei 200 km/h Auslegungsgeschwindigkeit

Bei einer auf den Plänen geschätzten Deckenhöhe von 7,30 m und einer mindest Tunnelhöhe mit Elektrifizierung von ca. 6,80 m verbleiben für evtl. erforderliche Verstärkungen der Decke durch Balken o.ä. nur 50 cm. Es ist dringend zu prüfen ob dieser

Raum für die statisch erforderliche Verstärkung der Decke in Bereichen mit breitem Tunnelquerschnitt ausreichend sind.

Konstruktion der Tunnelschale:

- Für die Abmessungen der Tunnel-Betonelemente sind die typischen Stützpunktabstände zu berücksichtigen (Korrelation von Beton-Segmentlänge zu Spannweite).
- Es müssen Befestigungsformen unter Beachtung der Tunnelabdichtung vorgesehen werden. (z.B. Dübel in der Tunnelschale).

Tunnelbreite im Deckenbereich:

- Das Lichtraumprofil muss den Oberleitungsbereich und den Platzbedarf des Stromabnehmers (Pantographraum) berücksichtigen, Einbauraum für Fahrleitungsstützpunkte.
- Der „lichte Raum für Pantograph“ muss unter Berücksichtigung von Wankbewegungen der Fahrzeuge bemessen werden (Pantographbreite + xx,x mm).

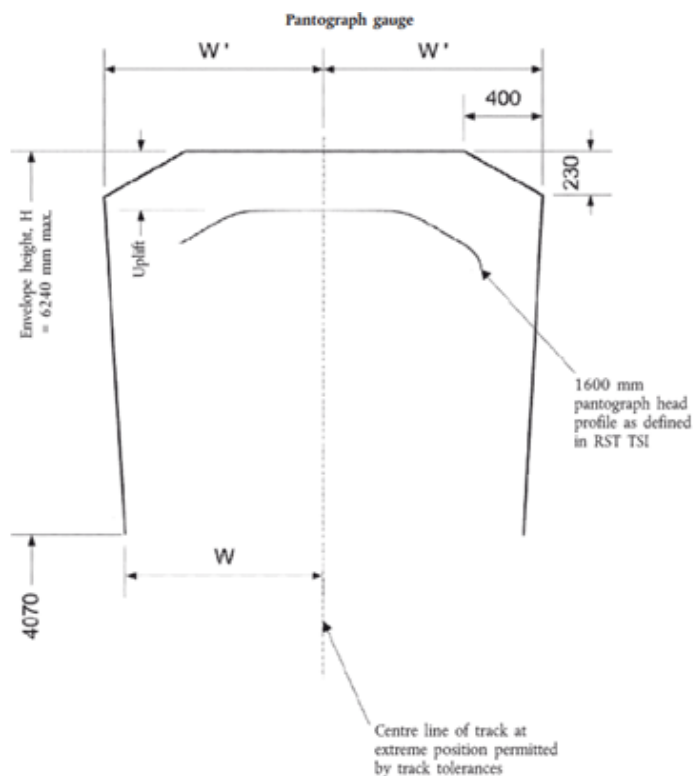


Abb. 27 Beispiel Pantographraum aus CR TSI ENE 2011

Sonderbereiche die im Tunnel bautechnisch vorzusehen sind:

- Für abgespannte Fahrleitungen werden **seitliche Nischen für Abspanngewichte** (tensioned by weights) benötigt. Die Anzahl und der Abstand der Nischen zueinander ist abhängig von der Tunnellänge und sicherlich erforderlich bei Tunnels > 1.000 m.
- In längeren Tunnels oder an geforderten Stellen können **elektrische Unterteilungen/Sektionierungen** (section breaks) erforderlich werden. In solchen Fällen sind Räumlichkeiten für die Unterbringung von Schaltanlagen vorzusehen.

- Es muss ein **Strom-Einspeisekonzept** für die Fahrleitungen im Tunnelbereich erstellt werden. So müssen evtl. zusätzliche **Einspeisekabel** mit entsprechendem Platzbedarf installiert werden.

Sicherheitskonzept:

- an allen Tunnelzugängen müssen **Erdungseinrichtungen für die Oberleitung** vorgesehen werden. Diese müssen durch Rettungskräfte bedient werden können.

Die Zahlreichen eng beieinander liegenden Gleis Kreuzungen und Verbindungen erschweren Erstellung einer Oberleitung im Tunnel.

Es ist zu prüfen, inwieweit die Anordnung von Streckentrennern im Verbindungsgleis durch die Lage von Fahrleitungskreuzungen, Einlaufbedingungen sowie Mindest-Isolierabständen beeinträchtigt wird. Man wird die beiden zu verbindenden Streckengleise natürlich getrennt abschaltbar machen wollen. Jede Fahrleitungskreuzung ist eine "harte Stelle" und beeinflusst den Kontaktdruckverlauf des Stromabnehmers ggf. ungünstig. Die Unterhaltung von solchen Stellen im Tunnel ist kompliziert und teuer.

10.2 Erdungskonzept (Electrical safety, earthing and bonding)

Das Erdungskonzept für die Bahnstromversorgung beinhaltet und koordiniert alle erforderlichen Maßnahmen und legt die möglichen Kurzschlussströme und deren maximale Dauer fest.

Es muss auch alle anderen elektrischen Anlagen (wie z.B. Niederspannung und Nebenverbraucher (low voltage- and auxiliary power systems)) einbeziehen.

Bei Eisenbahnen mit Wechselstromversorgung ist eine Verbindung zwischen „Bahn-Erde“ und „Bauwerks-/Wasser-Erde“ zu einer „gemeinsame Erdung“ (common earthing) vorzunehmen

Ein durchgehender Erdungsleiter im Tunnel muss kurzschlussfest sein.

Die Bewehrung der Tunnelsegmente muss untereinander bzw. mit einem durchgehenden Erdungsleiter verbunden werden. An Betonelementen sind Erdungsbuchsen anzubringen.

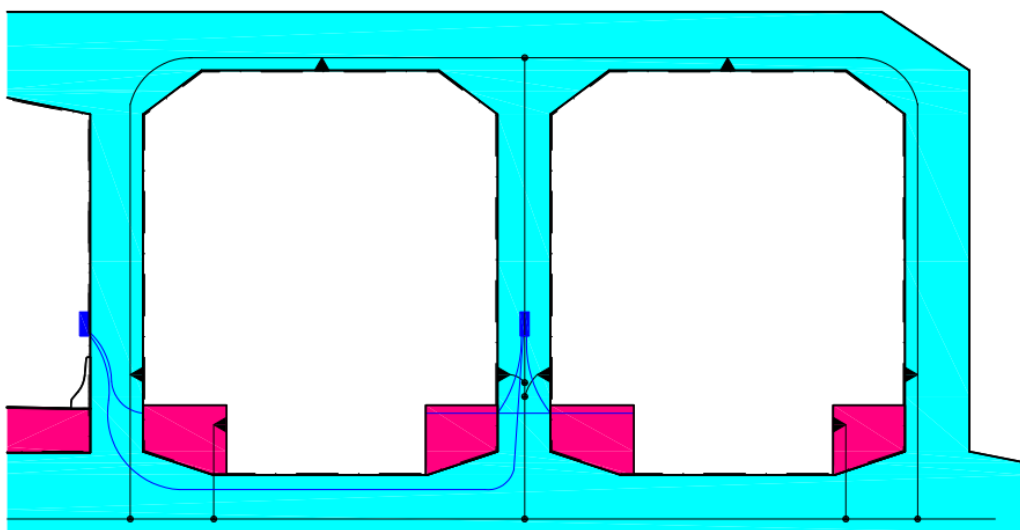


Abb. 28 Beispiel für Einbindung der Tunnelbewehrung in eine gemeinsame Erdung

Alle metallischen Bauwerks-Komponenten (z.B. Masten, Geländer, Türen...) sind an den gemeinsamen Erdungsleiter anzubinden.

Für ausgedehnte metallischen Komponenten sind evtl. elektrische Unterteilungen (Isoliermuffen) vorzusehen, um eine Vermaschung zu vermeiden (Abhängig vom Erdungskonzept).

Die Konstruktionen für die Oberleitungsstützpunkte sind an den gemeinsamen Erdungsleiter anzubinden.

Um eine gegenseitige elektrische Beeinflussung von Steuerungs-, Signal-, Niederspannungs- und Hochspannungskabeln zu verhindern ist eine räumliche Trennung vorzusehen, z.B. durch Verlegung der Kabel in getrennten Kabelkanälen.

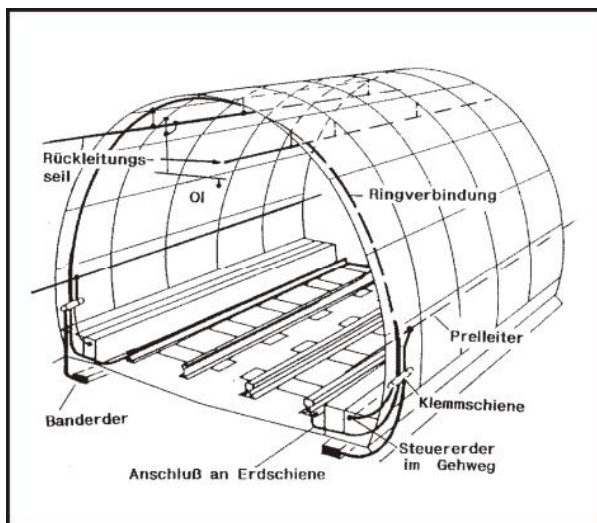


Abb. 29 Beispiel für typische Leiteranordnung zur Erdung im Tunnel

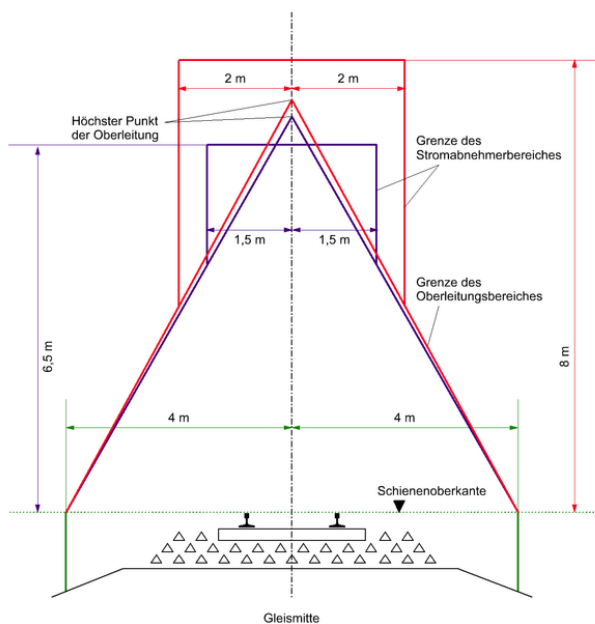


Abb. 30 Beispiel für einen „Rissbereich“

In Abb 30 ist ein Beispiel dargestellt für einen „Rissbereich“ in dem alle metallischen Teile bei abgespannter Fahrleitung zwingend kurzschlussfest zu erden sind (Abmessungen sind gültig für Deutschland).

Metallische Fahrwegelemente (Gleise, Kreuzungen und Weichen) dienen der Traktionsstromrückleitung und sind in die gemeinsame Erdung einzubinden.

Wenn für die Stellwerke zur „Gleisfreimeldung“ (track vacancy detection) die Technik „Gleiskreise“ (track circuits) zur Anwendung kommen, müssen Drosselstöße eingebaut werden. Dabei ist maximal eine Fahrschiene je Gleis isoliert aufzubauen.

10.3 Anwendbare Normen und Standards

EN 15273-2 „Railway applications - Gauges - Part 2: Rolling stock gauge“

EN 15273-3 „Railway applications - Gauges - Part 3: Structure gauges“

EN 50121-5:2007 „Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 5: Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus“

EN 50122-1:2011 „Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and bonding - Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing“

EN 50124-1:2001 „Railway applications - Insulation coordination Part 1: Basic requirements - Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment“

EN 50126:1999 „Railway applications - The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)“

EN 50163:2005 „Railway applications - Supply voltages of traction systems“

EN 50367:2012 „Railway applications - Current collection systems - Technical criteria for the interaction between pantograph and overhead line (to achieve free access)“

EN 50119:2009 „Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines“

EN 62305-3:2006 „Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard“

DB Netz AG: Richtlinie RiL 997 „Oberleitungen“

11 Zuverlässigkeit, Instandhaltung

Die Instandhaltung der Gleisanlagen im Tunnel ist aufwendiger als auf der freien Strecke, da seitliche Flächen nur in eingeschränktem Umfang zur Verfügung stehen und die Zugänglichkeit nur von den Trogenden aus gewährleistet ist. Zudem müssen die Anlagen zur Be- und Entlüftung sowie zur Entwässerung instand gehalten werden.

Gleisanlagen im Tunnel benötigen ein separates Rettungskonzept. Die Anlagen zur Tunnelrettung (z.B. Randwege für Selbstrettung, und Zugang für Rettungspersonal, Tunnelrettungsfahrzeuge, Rauchmeldeanlagen sowie ggf. Belüftung und Rauchabsaugung) müssen eingebaut, betrieben, regelmäßig überprüft und gewartet werden.

Sollten als Folge der Lärm- und Erschütterungsschutzanforderungen schwere Masse – Feder Systeme (MFS / MSS) erforderlich werden, dann sind Inspektions- und Instandhaltungsanforderungen für die Lager des schweren MFS einzuplanen.

Insbesondere sind alle im Tunnelbereich zu verwendenden Materialien unter dem Aspekt der Brandsicherheit auszuwählen, entsprechende Nachweise der Lieferanten sind zu erbringen.

Speziell auch für die Weichenanlagen im Tunnel sind Systeme unter Berücksichtigung der geforderten hohen Verfügbarkeit und damit verbundenen Sensibilität bei Ausfällen auszuwählen. Es müssen Ersatzteile in ausreichender Menge vorgehalten werden, um

Betriebsstörungen und Ausfallzeiten auf ein Minimum zu reduzieren. Für die Durchführung der Inspektions- und Wartungsarbeiten im Tunnel müssen entsprechende Maschinen, Messgeräte und Werkzeuge zur Verfügung stehen.

12 Sicherheit, Rettung

12.1 Sicherheitskonzept (safety related)

Um im Störfall zu verhindern, dass z.B. ein Zug in einen Tunnelabschnitt einfährt oder im Tunnelbereich zum Halten kommt, ist ein geeignetes Sicherheitskonzept zu erstellen.

Einerseits wird dieses Konzept Auswirkungen und Anforderungen an die **technische Auslegung von Systemen** stellen (z.B. Stellwerk, Fahrstromversorgung, Entrauchung, evtl. auch an die Züge, die den Tunnel befahren dürfen, etc.).

Andererseits werden Anforderungen an die betriebliche Durchführbarkeit (Betriebskonzept) gestellt werden.

12.2 Notfall-, Rettungs- und Brandschutzkonzept (security related)

Um im Notfall geeignete Maßnahmen ergreifen zu können ist ein geeignetes Notfall-, Rettungs- und Brandschutzkonzept zu erstellen. So steht z.B. an erster Stelle die Evakuierung und Rettung von Personen aus dem Zug im Tunnel innerhalb eines kurzen Zeitraumes, i.d.R. innerhalb von 30min.).

Dieses Konzept muss mit allen Beteiligten (Bahnverwaltung, Infrastrukturbetreiber, Katastrophenschutz, Feuerwehr, Sicherheitskräfte, Rettungseinrichtungen, etc.) erarbeitet werden. Es sind Auswirkungen auf die Tunnel- und umgebende Infrastruktur zu erwarten, so werden i.d.R. seitliche Fluchtwege, Notausstiege, Zugangs- /Zufahrtswege, Rettungsplätze, etc. gefordert.

Auch werden Anforderungen an Rettungsmittel gestellt, so müssen z.B. Rettungskräfte mit Ausrüstung in den Tunnel vordringen können.

Es ist aus den derzeit vorliegenden Planungen nicht erkennbar, dass im Tunnelbereich ausreichende Evakuierungsräume / Notausgänge vorgesehen sind.

Zu- und Ausgänge im Tunnel-Bahnhofsgebiet von Beit Hameches sind auf den Plänen nicht dargestellt. Technikräume sowie ein oberirdisches Zugangsbauwerk müssen eingeplant werden.

Der Tunnel liegt in einer Tsunami gefährdeten Zone. Es ist zu klären in wie hoch die Überflutungsgefahr ist. Bei Bedarf sind entsprechende Rettung und Schutzmaßnahmen zu planen und realisieren.

13 Baukosten, Instandhaltungskosten

Die Kosten der Gesamtmaßnahme sind zu unterteilen nach:

1. Vorbereitende Maßnahmen
 - Baufeldfreimachung
 - Umleitung bestehender Fahrtrassen
 - Sicherstellung Entwässerung
2. Baukosten / Konstruktion
 - Tröge und Tunnel
 - Bahnhof
 - Oberbau
 - Schotteroberbau
 - Feste Fahrbahn
 - Übergänge
 - Weichen und Weichenverbindungen / Kreuzungen
 - Prellböcke
 - Systems- und Signalisierung
 - Oberleitungsanlagen
 - Signaltechnik und signaltechnische Einrichtungen
 - Telekommunikation
3. Betreiben
 - Pumpenanlage
 - Lüftung
4. Bauzeitliche Kosten
 - Wasserhaltung
 - Betriebserschwernde durch eingeschränkten Bahnbetrieb / Umleitungen
 - Berücksichtigung von Bauzuständen und Provisorien
5. Instandhaltung
 - Präventive Instandhaltung (Wartung)
 - Korrektive Instandhaltung (Instandsetzung)

Die Ermittlung dieser Kosten bedingt eine detailliertere Planung, als sie durch die zur Verfügung stehenden Unterlagen gegeben ist. Pauschal kann angegeben werden, dass durch eine Tieferlegung der Trasse und die daraus resultierenden Aufwendungen für Bauwerke, Grundwasserabsenkung / Wasserhaltung sowie die Erschwernde für Einbau unter erschwerten Bedingungen gegenüber einer Freien Strecke die Baukosten ("Fixkosten") deutlich zu Buche schlagen.

Auch die Kosten für das Betreiben der Pumpen- und Belüftungsanlagen ("Variable Kosten") sind als permanente Kosten zusätzlich zu beachten, da sie bei einer oberirdisch erstellten Anlage nicht anfallen würden.

Die bauzeitlichen Kosten würden sich bei einer oberirdisch erstellten Anlage ebenfalls reduzieren, da z.B. Wasserhaltungskosten nicht anfallen und die Betriebserschwernde in Folge der größeren Flexibilität und des Entfalls zusätzlichen Flächenbedarfs für Baugruben etc. deutlich geringer ausfallen würden.

Instandhaltungskosten können nur durch eine detaillierte LCC (Life Cycle Costs) Berechnung ermittelt werden, da hier einerseits berücksichtigt werden muss, dass für eine oberirdisch erstellte Anlage der Schotteroberbau die vsl. wirtschaftlichste Lösung darstellen würde, andererseits bei einer unterirdischen Anlage jedoch eine Feste Fahrbahn empfohlen wird. Bei Fester Fahrbahn können die höheren Investitionskosten durch geringere Wartungskosten und längere Lebensdauer mehr als kompensiert werden, so dass hier keine

generelle Aussage getroffen werden kann. Es muss bei dieser Betrachtung allerdings berücksichtigt werden, dass Wartungsarbeiten (präventiv und korrektiv) im Tunnel aufwendiger sind als auf freier Strecke (Zugänglichkeit), so dass auch hier mit insgesamt höheren Aufwendungen gerechnet werden muss.

14 Zusammenfassung, Empfehlungen

Dieser Bericht behandelt vorwiegend die Bau - und Eisenbahntechnische Aspekte der Tunnelvariante 8A. Die Städtebauliche Vor und Nachteile wurden nur in Zusammenhang mit der geplanten Verkehrsanlage geprüft. Eine Aussage in wie weit der Bau einer Tunnellösung, dieser Größenordnung, für die Stadt Haifa vorteilhaft ist, muss in einem separaten Gutachten überprüft werden. Hier sollten die zukünftige Stadtentwicklung, Stadtbild, Verkehrsplanung, Architektur usw. untersucht und bewertet werden.

Eine Baumaßnahme dieser Größenordnung, die einen Einfluss weit in die Zukunft hat, muss möglichst für alle Betroffenen und Beteiligten von Vorteil sein. Vor allem die Stadt und die Bahn müssen von dem Vorhaben profitieren. Es müssen neue Ansätze und neue Denkweisen geprüft und bewertet werden. In Hinblick auf die Eisenbahntechnik bietet die Variante 8A keine großen Innovationen. Es wurden 2 neue Gleise hinzugefügt und ein Teil der Strecke wurde in einem Tunnel abgesenkt. Am vorhandenem Verkehrskonzept wurde prinzipiell nichts verändert. Die Anbindung an die benachbarten Anschlussgleise wird fast ohne Änderungen wie bisher erfolgen. Der Versuch zwei Gleise hinzufügen, die Strecke stellenweise unterirdisch zu verlegen aber das Betriebskonzept nicht grundlegend zu verändern, führt zu einer Eisenbahntechnisch sehr komplizierten und überzogenen Lösung die für die Israelische Bahn nur Nachteile mit sich bringt.

Die hier betrachtete Planung ist eine Vorplanung die nicht genügend Informationen für eine fundierte Risikoanalyse (z.B. RAMS) ausreicht. In Folgendem werden die Auswirkungen der Variante 8A auf die Bahn beschrieben. Dabei wird in 3 Kategorien unterschieden:

- Kategorie 1: Technische Behinderungen und Erschwernisse die jedoch mit erhöhtem Aufwand lösbar sind. Es besteht keine Behinderung der Passagiere und Güter. Es besteht keine Gefahr für die Passagiere.
- Kategorie 2: Tatsachen und Planung die erhöhte Behinderung der Passagiere, Güter und Bahnbetrieb verursachen. Es besteht eine Gefährdung der Passagiere, die mit höheren Aufwendungen in weiteren Planungsschritten teilweise beseitigt werden kann.
- Kategorie 3: Tatsachen und Planung die einen sehr hohen Gefahrenpotential darstellen. Lebensgefahr für die Passagiere. Die dargestellte Planung ist so nicht realisierbar und muss überarbeitet bzw. ergänzt werden.

Eine Zusammenfassung und Bewertung der Variante 8A ist in der unterstehenden Tabelle wiedergegeben:

Kategorie 1		
Nr.	Kapitel Nr.	Beschreibung
	2.	Die neue Trassierung erfüllt nicht die Planungsvorgaben (250 km/h für schnelle Strecken; 160 km/h für Nahverkehr Strecken). Die Höchstgeschwindigkeit ist bei der dargestellten Trassierung $V_{\max} = 70$ km/h damit ist keine Verbesserung zum Verkehr im Bestand gegeben
	2.	Die Längsneigung im Bahnhofsbereich ist 2,5 ‰. Das Abstellen von Wagen oder Rangierarbeiten sind somit nicht zulässig. Dies ist eine Einschränkung des zukünftigen Betriebs.
	2.	Die Längsneigung wird auf 9 ‰ bis 13 ‰ erhöht. Dies setzt die Leistungsfähigkeit der Strecke (Geschwindigkeit, Gewicht der Züge) herab.
	2.	Es werden Bogenweichen geplant die einen erhöhten Kosten und Instandhaltungsaufwand bedeuten.
	3.	Feste Fahrbahn mit vielen Weichen im Tunnel ist sehr Aufwendig teuer bei der Planung und Herstellung.
	4. 9.	Die Tunnelentwässerung ist nur durch pumpen möglich. Einrichtung, Betreiben und Instandhaltung sind entsprechend teuer.
	4.	Die erforderliche Rückverankerung des Verbaus wird Nachbargrundstücke in Anspruch nehmen.
	4.	Grundwasserabsenkung im Bauzustand wird wegen den zu erwartenden Setzungen kaum möglich sein.
	4.	Aufwendige und komplizierte Bauweise durch Abzweige im Tunnel und Verbindungen nach außen. Große Räume die überdacht werden müssen.
	5.	Die bestehende zweigleisige Strecke ist derzeit ausgelastet. Im Bauzustand ist mit erheblicher Reduzierung des möglichen Zugverkehrs zu rechnen.
	6.	Die Anbindung der benachbarten Anschlussgleise wird während der Bauzeit erheblich gestört sein.
	7.	Das bauen von Strecken und Weichenstraßen im Tunnel die in der Zukunft voll ausgelastet sein werden, erschwert das umbauen und anpassen der Anlagen in der Zukunft.
	8.	Evtl. erhöhte Aufwendungen zur Vermeidung von Körperschall und Erschütterungen.
	10.	Der Bau und die Unterhaltung der Elektrifizierung im Tunnel sind aufwendig und teuer.
	13.	Eine Tunnel Lösung ist erheblich teurer im Bau und in der Unterhaltung als eine oberirdische Lösung.
Kategorie 2		
Nr.	Thema	Beschreibung
	2. 7.	Die Bahnsteige des neuen Bahnhofs liegen teils im Bogen mit Radius $R=600\text{m}$ (Grenzwertig für Personenbahnhöfe), Übergangsbogen und Gerade.
	4.	Der Tunnel ist unterhalb der Grundwasseroberfläche entsprechend aufwendige Bauweise und Abdichtung sind erforderlich.
	4.	Die Baumaßnahme ist im Seismisch aktivem Gebiet entsprechend aufwendige Bauweise und Abdichtung sind erforderlich. Das Versagen der Abdichtung und Überflutung der Tunnelröhre müssen verhindert werden.

	5.	Eine Aufrechterhaltung des Bahnbetriebs entlang der Baugrube ist nur bedingt machbar und abhängig von den geologischen und geometrischen Gegebenheiten. Der laufende Bahnbetrieb unmittelbar auf der Baustelle bedeutet erhöhtes Gefahrenpotential das mit aufwendigen Maßnahmen reduziert werden muss.
	10.	Bei einer auf den Plänen geschätzten Deckenhöhe von 7,30 m und einer mindest Tunnelhöhe mit Elektrifizierung von ca. 6,80 m verbleiben für evtl. erforderliche Verstärkungen der Decke durch Balken o.ä. nur 50 cm Die wegen der Elektrifizierung benötigte Tunnel mindesthöhe muss alle evtl. benötigten Balken und Deckenverstärkungen berücksichtigen die Statisch erforderlich sind.
	11.	Die Instandhaltung von Weichen und Anlagen im Tunnel ist wegen der kleinen zur Verfügung stehenden seitlichen Flächen aufwendig und gefährlich.
Kategorie 3		
	Thema	Beschreibung
	2.	Zahlreiche Weichen und Weichenverbindungen im Tunnel. Dies bedeutet ein erhöhtes Sicherheitsrisiko. Die meisten Entgleisungen geschehen im Weichenbereich. Im Tunnel sind Entgleisungen äußerst gefährlich.
	7.	Die Position der Schutzweichen ist falsch. Trotz der Schutzweichen können Wagen in den Lichtraum der Hauptgleise geraten.
	9.	Erhöhte Gefahr durch Überflutungen in der Unterstadt die auch den Tunnel überfluten werden.
	12.	Es fehlt ein Rettungs - und Brandschutzkonzept der sich auf die Tunnelkonstruktion auswirkt. (Evakuierungsräume, Notausgänge usw.)
	12.	Der Tunnel liegt unter dem Meeresspiegel in einer Tsunami gefährdeten Zone.

Die Variante 8A hat für den Eisenbahnbetrieb, Sicherheit und Dienstleistung an die Passagiere keine Vorteile. Im Gegenteil sie verschlechtert den jetzigen Zustand und die Aufwendungen für den Betrieb und Instandsetzung werden enorm steigen.

Vor der Fortsetzung der Planungsarbeiten an der Variante 8A müssen die oben beschriebene Auswirkungen der Kategorie 3 beseitigt werden. Grundsätzlich sollte vor der Fortsetzung der Planung an Variante A8 überprüft werden ob neue moderne Konzepte möglich sind die Vorteile für die Stadt und die Bahn haben.