

AUSSEN WIRTSCHAFT BRANCHENREPORT SINGAPUR

SCHIENENVERKEHR

BRANCHE UND MARKTSITUATION
TRENDS UND ENTWICKLUNGEN
CHANCEN FÜR ÖSTERREICHISCHE UNTERNEHMEN

AUSSENWIRTSCHAFTSCENTER SINGAPUR
MÄRZ 2020

go international
= Bundesministerium
Digitalisierung und
Wirtschaftsstandort 
AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA



Eine Information des
AußenwirtschaftsCenters Singapur
Wirtschaftsdelegierter
Mag. David Bachmann
T +65 6396 6350
F +65 6396 6340
E singapur@wko.at

 fb.com/aussenwirtschaft
 twitter.com/wko_aw
 linkedin.com/company/aussenwirtschaft-austria
 youtube.com/aussenwirtschaft
 flickr.com/aussenwirtschaftaustria
 www.austria-ist-ueberall.at

Dieser Branchenreport wurde im Rahmen der Internationalisierungsoffensive go-international, einer Förderinitiative des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort und der Wirtschaftskammer Österreich erstellt.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere die Rechte der Verbreitung, der Vervielfältigung, der Übersetzung, des Nachdrucks und die Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere elektronische Verfahren sowie der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, der Wirtschaftskammer Österreich – AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA vorbehalten. Die Wiedergabe mit Quellenangabe ist vorbehaltlich anders lautender Bestimmungen gestattet.

Es wird darauf hingewiesen, dass alle Angaben trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Wirtschaftskammer Österreich – AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA ausgeschlossen ist. Darüber hinaus ist jede gewerbliche Nutzung dieses Werkes der Wirtschaftskammer Österreich – AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA vorbehalten.

© AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA DER WKÖ
Offenlegung nach § 25 Mediengesetz i.d.g.F.

Herausgeber, Medieninhaber (Verleger) und Hersteller:
WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH / AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA
Wiedner Hauptstraße 63, 1045 Wien
Redaktion: AUSSENWIRTSCHAFTSCENTER SINGAPUR, T +65 6396 6350
E singapur@wko.at, W wko.at/aussenwirtschaft/sg

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	4
1.1. Allgemeine Informationen zu Singapur	4
1.2. Wirtschaftskennzahlen Singapur	4
1.3. Wirtschaftsbeziehungen mit Österreich	4
2. DAS TRANSPORTSYSTEM IN SINGAPUR	5
2.1. Statistiken, Zahlen	6
2.2. Singapur im Jahre 2040.....	6
3. DIE BETREIBER DES MRT SYSTEMS	9
3.1. SMRT Corporation Ltd (SMRT)	9
3.2. SBS Transit (SBS)	9
4. DIE MRT LINIEN UND IHRE GEPLANTEN ERWEITERUNGEN	10
4.1. North-South Line (NSL).....	10
4.3. North East Line (NEL).....	12
4.4. Circle Line (CCL)	12
4.5. Downtown Line (DTL).....	13
5. WEITERE GEPLANTE MRT LINIEN	15
5.1. Jurong Region Line (JRL)	15
5.2. Cross Island Line (CRL)	15
6. DIE LRT LINIEN	17
6.1. Bukit Panjang LRT (BPLRT)	17
6.2. Sengkang-Punggol LRT.....	17
7. SIGNALSYSTEME	18
7.1 Fixed-Block System	18
7.2 Moving-Block System	18
8. WARTUNG	20
7.1. Wartung in der Zukunft?.....	20
9. WISSENSWERTES	22
8.1. Fahrplan	22
8.2. Fahrpreis	22
8.3. Zahlungsmethode	22
10. HIGH SPEED RAIL VON SINGAPUR NACH KUALA LUMPUR	24
11. CHANCEN FÜR ÖSTERREICHISCHE FIRMEN	25
12. ÜBERSICHT DER BEVORSTEHENDEN PROJEKTE IN SINGAPUR	26
13. LITERATURVERZEICHNIS	27

EXECUTIVE SUMMARY

Die vorliegende Publikation soll einen Überblick über das Transportsystem in Singapur geben, sowie die Marktchancen für österreichische Firmen in diesem Bereich darstellen.

Singapur verfügt über eines der modernsten Transportsysteme der Welt, bestehend aus sechs MRT Linien (Mass Rapid Transit), zwei LRT Linien (Light Rail Transit) und einem umfangreichen Netzwerk von Bussen.

Die MRT Linien, welche sich aktuell auf einer Länge von insgesamt 203km erstrecken, werden täglich von mehr als 3 Millionen Pendlern genutzt und legen durchschnittlich über 1 Million Kilometer zurück bis es zu einem Schaden kommt. Bis zum Jahre 2030 sollte sich das Schienennetz durch den Bau von zwei neuen MRT Linien sowie Erweiterungen zu den bestehenden Linien um weitere 160km verlängern.

Für die Verwaltung dieses sich immer weiterentwickelnden Transportsystems ist die Land Transport Authority (LTA), eine dem Verkehrsministerium untergeordnete Behörde, zuständig. Sie arbeitet an der Umsetzung des *Master Plan 2040*, welcher auf ein umweltfreundlicheres und integrativeres Verkehrssystem sowie bessere Möglichkeiten für Fußgänger und Radfahrer abzielt.

Im Rahmen des *Master Plan 2040* ist auch der Bau von zwei neuen MRT Linien (Cross Island Line und Jurong Region Line) vorgesehen.

Zudem investiert die LTA auch in die Verbesserung von Wartungsprozessen. Aktuell wird daher am Einsatz von Drohnen bei der Tunnelwartung geforscht - tatsächlich testet die LTA bereits acht Drohnen für die Standortüberwachung beim Bau der Thomson-East Coast Line sowie für MRT- und Straßentunnelinspektionen.

Alle öffentlichen Projekte und Ankäufe werden von der Singapurischen Regierung auf dem hauseigenen Procurement Portal *GeBiz* (www.gebiz.gov.sg) ausgeschrieben. Dort können interessierte Firmen alle aktuell ausgeschriebenen Projekte durchsuchen und Angebote abgeben. So werden auch die Bahnprojekte der LTA ausgeschrieben.

Für weitere Fragen steht Ihnen das AußenwirtschaftsCenter Singapur gerne zur Verfügung.

1. EINLEITUNG

1.1. Allgemeine Informationen zu Singapur

Staatsform:	Republik
Fläche:	719 km ²
Bevölkerung:	5.639.000 (2018)
Amtssprache:	Tamil, Malaiisch, Chinesisch, Englisch
Währung:	Singapur-Dollar (SGD) (Wechselkurs, Jahresdurchschnitt, SGD je EUR: 1,59 (2018))

Quelle: **WKO**

1.2. Wirtschaftskennzahlen Singapur

	2016	2017	2018	2019 Prognose
Nominales Brutto sozialprodukt in Mrd. USD ¹	316,6	336,7	361,1	372,7
Brutto sozialprodukt/Kopf in US-Dollar ²	53.353	55.235	56.200	-
Bevölkerung in Mio. ³	5,7	5,6	5,6	5,6
Reales Wirtschaftswachstum in % ⁴	1,9	3,6	3,2	0,6
Inflationsrate in % (Consumer Price Change) ⁵	1,2	0,6	0,4	0,9
Arbeitslosenrate in % ⁶	2	2,2	2,1	2,2
Wechselkurs der Landeswährung SGD zu Euro ⁷	1,54	1,62	1,58	1,51
Warenexporte des Landes in Mrd. US-Dollar	359,9	396,8	450,8	457,1
Warenimporte des Landes in Mrd. US-Dollar	275,3	312,1	353,3	364,4

1.3. Wirtschaftsbeziehungen mit Österreich

	2017	Veränderung zum Vorjahr in %	2018
Österreichische Warenexporte in Mio. Euro	388,9	7,1	416,4
Österreichische Warenimporte in Mio. Euro	141,0	28,7	181,5
Österreichische Dienstleistungsexporte in Mio. Euro ⁹	105	6,7	112
Österreichische Dienstleistungsimporte in Mio. Euro ¹⁰	132	1	133
Österreichische Direktinvestitionen in Mio. Euro ¹¹ , Stand 2018			1.357
Beschäftigte bei österr. Direktinvestitionen ¹² : Stand 2015:			1.109
Direktinvestitionen aus Singapur in Ö in Mio. Euro ¹³ , Stand 2018:			k.A.
Beschäftigte in Österreich bei Direktinvestitionen aus SG ¹⁴ Stand 2018:			k.A.

Wichtigster Warenexportmarkt für Österreich: 42. Rang

¹⁻⁶ Quelle: Economist Intelligence Unit

⁷ Quelle: lokale Nationalbank

⁹⁻¹⁴ Quelle Österreichische Nationalbank

2. DAS TRANSPORTSYSTEM IN SINGAPUR

Singapur erzielte im IMD Smart City Index 2019 Platz 1 und ist somit die „smarteste City“ der Welt. Diesen Platz hat Singapur unter anderem auch seinem weltweit führenden Transportsystem zu verdanken. Dieses besteht aus der Metro, lokal als MRT (Mass Rapid Transit) (siehe 4. und 5.) bezeichnet, der LRT (Light Rail Transit) (siehe 6.), sowie einem umfangreichen Netzwerk von Bussen.

Für die Verwaltung und Planung des sich immer weiterentwickelnden Transportsystems in Singapur ist die Land Transport Authority (LTA), eine dem Verkehrsministerium untergeordnete Behörde, zuständig. Unter der Aufsicht der LTA stehen nicht nur die MRT, LRT und öffentlichen Busse, sondern auch das Straßennetz. Mit dem neuesten Masterplan für 2040 (siehe 2.2.) zielt die LTA auf ein umweltfreundlicheres und integrativeres öffentliches Verkehrssystem sowie bessere Möglichkeiten für Fußgänger und Radfahrer ab.

Auf einer Konferenz in Amsterdam im April 2019 sagte Tan Boon Khai, Geschäftsführer der LTA, dass Singapur weiterhin plant in den Untergrund zu investieren. Ziel des Masterplans 2040 der LTA ist es, alle Arten von Lager- und Transportinfrastrukturen tief unter der Erdoberfläche zu bauen und Singapur somit nicht nur zu einer der am stärksten bebauten Städte an der Oberfläche zu machen, sondern auch zu einer der dichtesten unterirdischen Städte der Welt.

Der gesetzliche Rahmen für solche ambitionierten Projekte ist gegeben: Landbesitz ist in Singapur auf maximal 30m unter der Oberfläche begrenzt. Dies bietet viele Möglichkeiten für große unterirdische Infrastrukturprojekte, von Schienennetzen über Stauseen bis hin zu Lagereinrichtungen.

Noch wichtiger ist aber, dass durch den unterirdischen Bau wertvoller Raum frei wird um eine lebenswertere Stadt zu entwickeln. Ziel ist es, tiefer zu graben und zu bauen um die Oberfläche tatsächlich für Häuser und Parks freigegeben zu können.

So wurden zum Beispiel im Jahr 2014 die Jurong Rock Caverns, die ersten unterirdischen Speicher für Rohöl in Asien, 130m unter der Oberfläche eröffnet – und sparten somit mehr als 60ha an Land an der Oberfläche. Die derzeitige Kapazität der Speicher entspricht ca. 1,47 Millionen Kubikmeter. An einer Erweiterung der Jurong Rock Caverns wird bereits gearbeitet. Ebenfalls im Bau befindet sich das erste unterirdische 230-kV-Umspannwerk Singapurs, welches mehr als 3ha oberirdisches Land freigegeben soll.

Zurzeit besteht das Metrosystem in Singapur aus sechs Linien, welche nach Farben sortiert sind. Das MRT System ist über 200km lang und besteht aktuell aus 122 Stationen – 61 weitere Stationen sind zudem geplant oder bereits in Bau. Täglich benutzen mehr als drei Millionen Menschen die MRT.

Neben den MRT Linien gibt es noch den Singapur LRT (Light Rail Transit), einem automatisierten Zufuhrsystem für die MRT, welches aus mehr als 40 Stationen auf einer Fahrstreckenlänge von 28km besteht und täglich von mehr als 200.000 Fahrgästen genutzt wird. Die LRT-Bahnen befinden sich in den Stadtteilen Bukit Panjang, Sengkang sowie Punggol.

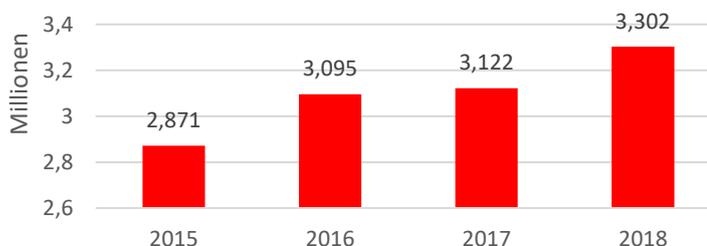
Singapurs Transportsystem wird zusätzlich von einem Netzwerk von über 360 Busstrecken vervollständigt, welche Fahrgäste an die MRT Stationen befördern, sowie für Fahrten in Regionen eingesetzt werden, die mit der MRT nicht erreicht werden können.

2.1. Statistiken, Zahlen

Die stetige Weiterentwicklung der öffentlichen Transportmittel in Singapur macht sich, wie die Statistiken der LTA zeigen, bezahlt. Während im Jahr 2015 die öffentlichen Verkehrsmittel von 6,9 Millionen Menschen pro Tag genutzt wurden, ist diese Zahl im Jahr 2018 auf bis zu 7,5 Millionen Menschen pro Tag angestiegen.

Auch an der Statistik hinsichtlich der täglichen MRT Nutzung ist eine Steigerung ersichtlich. Während im Jahr 2015 rund 2,8 Millionen Menschen täglich das MRT System in Gebrauch genommen haben, wurde es im Jahr 2018 von insgesamt 3,3 Millionen Menschen täglich genutzt.

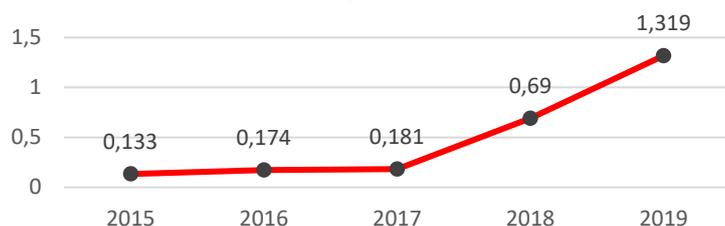
**Durchschnittliche MRT Nutzung pro Tag
(Millionen Fahrgäste)**



Quelle: Land Transport Authority

Zudem verbessert sich die Zuverlässigkeit des Schienennetzwerks, welche anhand der jeweiligen zurückgelegten Strecken zwischen den Verspätungen gemessen wird, von Jahr zu Jahr. Hier spricht man insbesondere von Verspätungen, die mindestens fünf Minuten andauern.

**Durchschnittlich zurückgelegte Strecke
zwischen Verzögerungen (Millionen km)**



Quelle: Land Transport Authority

Im Jahr 2015 legten die Züge durchschnittlich 133.000km zurück bevor es zu einer Verzögerung kam. Diese Zahl stieg im Jahr 2016 langsam auf 174.000km, im Jahr 2017 auf 181.000km und im Jahr 2018 gewaltig auf 690.000km.

In den ersten neun Monaten des Jahres 2019 wurde dann die „1-Million-Kilometer-Grenze“ erreicht, das bedeutet, dass

zwischen den Verspätungen jeweils 1 Million Kilometer liegen.

Darüber hinaus äußerte der Verkehrsminister Khaw Boon Wan am 6. Februar 2020 dass nun alle bestehenden MRT-Linien die Marke von einer Million „MKBF“ überschritten haben. MKBF steht für „Mean Kilometres Before Failure“ und ist ein anerkanntes Maß für Zuverlässigkeit. Insgesamt erreichte das MRT-Netzwerk Ende 2019 1,32 Millionen MKBF. Diesen Standard haben nur wenige Metros erreicht.

Außerdem gibt es in Singapur seit 2019 erstmals Züge mit Klappsitzen. Jeder Wagon verfügt über 12 solche Sitze, die zusammengeklappt werden können, um Pendlern, besonders in der Hauptreisezeit, mehr Stehplatz zu bieten. Die zusammengeklappten Sitze bieten Platz für weitere 100 Pendler, wodurch sich die Kapazität um etwa 6% erhöht.

2.2. Singapur im Jahre 2040

Im Mai 2019 publizierte die Land Transport Authority den Land Transport *Master Plan 2040*, welche die Strategie für die Weiterentwicklung des Transportsystems bis 2040 darlegt.

Über 7.400 Singapurur wurden bezüglich dieses Masterplans nach ihren Ansichten und Wünschen für das zukünftige Transportsystem befragt und unter Berücksichtigung dieser wertvollen Beiträge wurde der Masterplan erstellt.

Die drei Hauptbereiche des Masterplans 2040 sind: 20-Minuten Städte in einer 45-Minuten Stadt, Transport für alle (auch ältere oder seh- und hörbehinderte Personen) und ein gesünderes Transportsystem zu schaffen.

Im Bereich Bequemlichkeit soll das Transportsystem soweit verbessert werden, dass Singapur zu einer "45-Minuten Stadt mit 20-Minuten Ortschaften" wird. Das bedeutet, dass alle Einwohner Singapurs für Fahrten innerhalb der Wohnstädte nicht länger als 20 Minuten brauchen sollen, und 90% aller Fahrten innerhalb Singapurs zur Spitzenstunde nicht mehr als 45 Minuten benötigen sollen. Dazu soll das 200km lange Schienennetz bis 2030 um drei neue Linien auf insgesamt 360km ausgebaut werden. Zusätzlich sollen mehr Busspuren und Radwege gebaut werden.



Um ein inklusiveres Transportsystem zu schaffen, soll durch die Installation von mehr Sitzgelegenheiten, barrierefreien Einrichtungen sowie anderen Hilfseinrichtungen auch älteren oder seh- und hörbehinderten Nutzern sowie Rollstuhlfahrern eine leichtere Fahrt geboten werden.

Letztens wird auch großer Wert daraufgelegt, dass das öffentliche Transportsystem „gesünder“ wird, indem man sicherere Straßen mit weniger Unfällen schafft, sowie durch umweltfreundlichere und leisere Fahrzeuge in eine saubere Umwelt investiert.

Das Ziel der verstärkten Nutzung des öffentlichen Verkehrs wäre nicht nur ein großer Vorteil für die Umwelt, sondern in Zukunft auch für mehr Arbeitsplätze in der Transportbranche zu sorgen. Obwohl sich mit der Entwicklung die Art der Arbeit ändern wird, soll, durch die ansteigende Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel, die Gesamtzahl der Arbeitsplätze steigen.

LAND TRANSPORT MASTER PLAN 2040

The Land Transport Master Plan (LTMP) 2040 envisions a land transport system that is convenient, well-connected and fast. It is characterised by a commuter experience that is both gracious and inclusive, and contributes to better health and safer journeys for all.

Learn more about how we're connecting homes, communities and workplaces at www.lta.gov.sg/ltmp2040

20-Minute Towns and a 45-Minute City

By walking, cycling, or riding, you can:

- Reach your nearest neighbourhood centre within 20 minutes.
- Spend no more than 45 minutes to complete most peak-period journeys between your home and workplace.

Transport for All

You can look forward to an inclusive land transport system with more barrier-free journeys. You can also co-create a more gracious and caring commuting culture to make our daily commutes pleasant and enjoyable for all.

Healthy Lives. Safer Journeys

Initiatives and improvements to our land transport system can also contribute to a safer, healthier, and more liveable environment – one that is filled with vibrant community spaces.

May 2019

Quelle: Land Transport Authority

2.2.1 Autonome Fahrzeuge

Ein weiterer Baustein der zukünftigen Transportstrategie Singapurs ist der Einsatz von autonomen Fahrzeugen. So soll Pendlern die Möglichkeit geboten werden, auf Anfrage von autonomen Shuttles abgeholt und zur nächsten MRT oder Busstation gefahren zu werden. Dies soll insbesondere für ältere Menschen, Familien mit kleinen Kindern und Menschen mit Behinderungen nützlich sein. Zusätzlich soll damit die Notwendigkeit von Autos in Privatbesitz weiter verringert werden.

Die ersten Versuche, autonome Busse auf öffentlichen Straßen einzusetzen, begannen im Juli 2015 und werden mittlerweile an mehreren Standorten durchgeführt. Sowohl die National University of Singapore (NUS), als auch die Nanyang Technological University (NTU) forschen in Zusammenarbeit mit der LTA in diesem Bereich.

2.2.2. Elektrische Fahrzeuge

Neben den fahrerlosen sollen auch immer mehr elektrische Fahrzeuge im Namen der Umwelt eingesetzt werden. Elektrofahrzeuge gewähren reibungslose, nachhaltige und leisere Fahrten und die Einsetzung dieser führt zu einer besseren Luftqualität und zur Verbesserung der Umwelt.

Schon seit dem zweiten Halbjahr des Jahres 2018 wurden 50 emissionsarme Diesel-Hybridbusse eingeführt, um die betrieblichen und technischen Herausforderungen, die mit dem breiteren Einsatz solcher Busse unter den tropischen Klima- und Verkehrsanbindungen Singapurs verbunden sind, besser zu verstehen.

3. DIE BETREIBER DES MRT SYSTEMS

Das Zugsystem wird derzeit von zwei Verkehrsunternehmen, der SMRT Corporation Ltd (SMRT) sowie SBS Transit (SBS) betrieben.

3.1. SMRT Corporation Ltd (SMRT)

SMRT Corporation Ltd (SMRT) ist ein öffentlicher Verkehrsdienstleister und betreibt die North-South Line, die East-West Linie, die Circle Linie sowie die LRT in Bukit Panjang. Weiters betreibt SMRT auch einige Buslinien sowie Taxi- und private Mietwagendienste.

Die ersten MRT Linien in Singapur wurden ursprünglich von der Mass Rapid Transit Corporation (MRTC) betrieben. Mit der Gründung der Land Transport Authority durch die Zusammenlegung von MRTC und der Straßen- und Transportabteilung des Public Works Departments im September 1995 ging der Betrieb der MRT Linien an die neu gegründete SMRT Limited, einer privaten Firma im Besitz der staatlichen Holding Company Temasek. Im Juli 2000 wurde SMRT Limited als SMRT Corporation privatisiert und auf der Singapore Exchange notiert, wobei Temasek 33% seiner Aktien verkaufte. Im Jahr 2016 erwarb Temasek diese in einem Buyout aller ausstehenden Aktien zurück, womit SMRT wieder in Staatsbesitz übergang.

3.2. SBS Transit (SBS)

Neben SMRT Corporation Ltd ist auch SBS Transit Ltd ein öffentlicher Personennahverkehr Betreiber in Singapur, der Bus-, Bahn- und Taxidienste anbietet. Bis zum 1. November 2001 war SBS Transit Ltd unter dem Namen Singapore Bus Services bekannt.

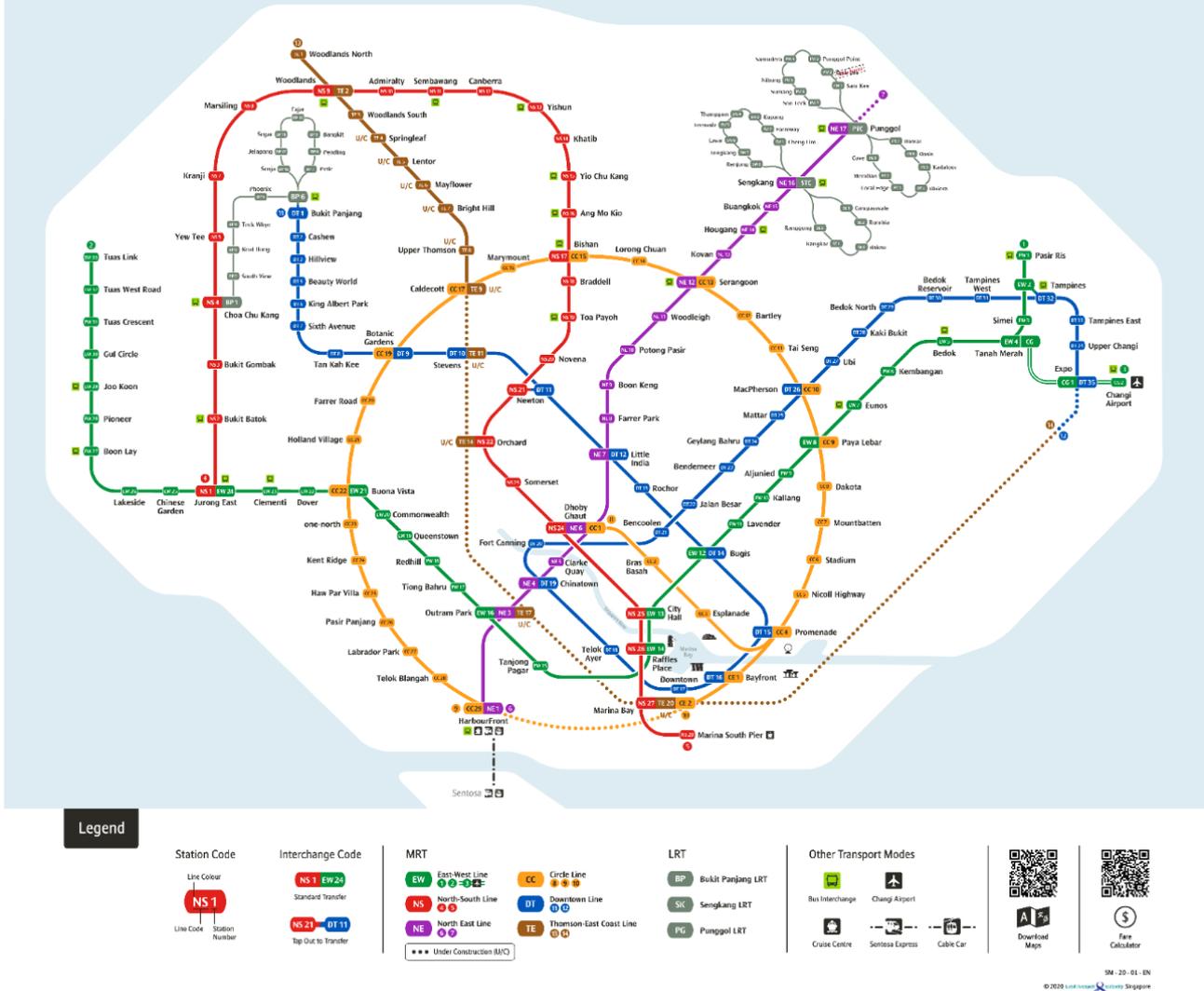
SBS Transit betreibt die North East Line, die Downtown Line sowie die Sengkang-Punggol LRT. Außerdem ist SBS Transit Ltd der größte öffentliche Busbetreiber in Singapur.

Im Unterschied zur SMRT Corporation befindet sich SBS Transit nicht im Staatsbesitz. Die Mehrheit der Anteile, 75%, befinden sich im Besitz des Unternehmens ComfortDelGro Corporation.

Das Unternehmen ComfortDelGro ist ein multinationales Landverkehrsunternehmen mit insgesamt 46.010 Fahrzeugen in sieben Ländern. Es wurde am 29. März 2003 durch eine Vereinigung der in Singapur ansässigen Landtransportunternehmen Comfort Group und DelGro Corporation gegründet. ComfortDelGro ist auch der größte Taxibetreiber in Singapur.

4. DIE MRT LINIEN UND IHRE GEPLANTEN ERWEITERUNGEN

System Map



Quelle: Land Transport Authority

4.1. North-South Line (NSL)

- **Eröffnung:** 1987
- **Farbe:** rot
- **Länge:** 45km, 27 Stationen
- **Betreiber:** SMRT
- **Kapazität:** 6 Wagons, ca. 1900 Personen
- **Fuhrpark:** Kawasaki Heavy Industries C151/Siemens C651/Kawasaki Heavy Industries & Nippon Sharyo C751B/Kawasaki Heavy Industries & CRRC Qingdao Sifang C151A/C151B/C151C

Die North-South Line war die erste Metrolinie des Landes. Die südliche Endstation Marina South Pier wurde erst Rahmen einer Erweiterung im Jahre 2014 erbaut. Die North-South Line verläuft sowohl unterirdisch als

auch oberirdisch auf Stelzen. Elf der 26 Metrostationen befinden sich unterirdisch, die restlichen befinden sich erhöht. Diese Linie ist vor allem für die Millionen von Touristen, die Singapur jährlich besuchen, von großer Bedeutung, da sie eine einfache und schnelle Verbindung zwischen vielen Sehenswürdigkeiten (u.a. Marina Bay, City Hall, Orchard Road) bietet.

Am 2. November 2019 wurde die MRT-Station Canberra, zwischen zwei bestehenden MRT-Stationen (Yishun und Sembawang), mit Hinsicht auf künftigen Entwicklungen im Norden Singapurs eröffnet.

Um die Kapazität zu erhöhen, wurde zudem die MRT-Station Jurong East im Jahre 2012 um zwei neue Bahnsteige erweitert. Dies ermöglicht es zwei Zügen gleichzeitig in diese Station hinein- sowie hinauszufahren.

4.2. East-West Line (EWL)

- **Eröffnung:** 1987
- **Farbe:** grün
- **Länge:** 57km, 35 Stationen
- **Betreiber:** SMRT
- **Kapazität:** 6 Wagons, ca. 1900 Personen
- **Fuhrpark:** Kawasaki Heavy Industries C151/Siemens C651/Kawasaki Heavy Industries & Nippon Sharyo C751B/Kawasaki Heavy Industries & CRRC Qingdao Sifang C151A/C151B/C151C

Der erste Teil der East-West Line wurde 1987 eröffnet, mit der Eröffnung von weiteren Teilen in 1988, 1989, und 1990. Seit der Fertigstellung wurden zwei weitere Erweiterungen 2009 und 2017 fertiggestellt. Heute besteht diese Linie aus 35 Stationen, welche sich auf einer Schienenstrecke von 57km ausbreiten und ist somit die längste Linie des Metrosystems.

Zudem wurde 2002 eine Erweiterung auf einer separaten Spur von der Station Tanah Merah direkt zum Flughafen sowie der Expo eröffnet. Mit dem Bau einer neuen Plattform soll ab 2024 eine direkte Fahrt zum Flughafen, ohne Umsteigen in Tanah Merah, möglich werden.

4.2.1. Erneuerung der North-South und East-West Lines

Da die North-South und East-West Lines die am stärksten ausgelasteten Linien des MRT-Netzes in Singapur sind und den Pendlern bereits seit über drei Jahrzehnten dienen, werden an diesen Linien derzeit Erneuerungsarbeiten durchgeführt.

Um die Zuverlässigkeit dieser Linien zu verbessern und zu stärken, erneuert LTA konkret die folgenden sechs Kernsysteme der North-South und East-West Lines.

Zum einen wird ein neues Signalsystem errichtet, damit Züge enger zusammenfahren können bzw. kürzere Wartezeiten geschaffen werden.

Außerdem werden die alten Holzschwellen durch härtere Betonschwellen ersetzt, um eine ruhigere Fahrt gewährleisten zu können. Innerhalb der vier Jahre von 2013 bis 2016 wurden insgesamt 188.000 Schwellen ausgetauscht.

Zudem wird eine neue dritte Schiene, welche für die Stromversorgung zuständig ist, eingesetzt, da diese einem ständigen Verschleiß ausgesetzt ist. Von 2015 bis 2017 wurden bereits insgesamt 180km Schienen ersetzt.

Des Weiteren wird ein neues Stromversorgungsnetz mit erweiterten Funktionen für die Echtzeitüberwachung, um die Fehlererkennung sowie Fehlervorhersage zu verbessern, geschaffen. Das System ist bei einem Stromausfall in der Lage, automatisch auf eine andere Stromquelle umzuschalten, um die allgemeine Ausfallsicherheit des Stromversorgungsnetzes zu verbessern.

Es wird auch ein neues System für eine schnellere Störungsbeseitigung eingerichtet. Dieses System erkennt automatisch defekte Schienen, die repariert werden müssen, und verfügt auch über ein eingebautes Zustandsüberwachungssystem, um mögliche Stromkreisausfälle vorbeugend zu beheben.

Die neuen Züge werden außerdem über integrierte Zustandsüberwachungs- und Diagnosesysteme verfügen, um Fehler frühzeitig zu erkennen und die Leistung verschiedener Systeme im Zug in Echtzeit zu verfolgen. Das Innere der Züge wurde auch so gestaltet, dass das Einsteigen erleichtert und die Passagierkapazität erhöht wird, während die Anzahl der Sitze beibehalten wird. Zudem werden Rollstuhlfahrer, Pendler mit Kinderwägen, persönlichen Mobilitätshilfen sowie faltbaren Fahrrädern berücksichtigt.

4.3. North East Line (NEL)

- **Eröffnung:** 2003
- **Farbe:** lila
- **Länge:** 20km, 16 Stationen
- **Betreiber:** SBS Transit
- **Kapazität:** 6 Wagons, ca. 1900 Personen
- **Fuhrpark:** Alstom Metropolis C751A/C751C

Die North East Line wurde am 20. Juni 2003 eröffnet und war die erste vollautomatische, fahrerlos betriebene Linie nicht nur in Singapur, sondern weltweit. Die Linie besteht aus 16 Metrostationen, welche sich auf einer Schienenstrecke von 20km befinden und ist somit die kürzeste der MRT Linien in Singapur – eine Fahrt von einem Ende zum anderen dauert lediglich 33 Minuten. Im Jahr 2023 soll eine Erweiterung um eine Station am nördlichen Ende eröffnet werden.

4.4. Circle Line (CCL)

- **Eröffnung:** 2009
- **Farbe:** orange
- **Länge:** 35km, 30 Stationen
- **Betreiber:** SMRT
- **Kapazität:** 3 Wagons, ca. 900 Personen
- **Fuhrpark:** Alstom Metropolis C839/C830C

Wie der Name schon sagt, handelt es sich hier um eine Ringbahn, die die North-South, East-West- und North East Lines miteinander bzw. mit der Stadt verbindet.

Der erste Teil der Circle Line wurde am 28. Mai 2009 in Betrieb genommen, mit Eröffnung der weiteren Teile in 2010 und 2011 bevor der endgültigen Fertigstellung im Januar 2012.

Die Circle Line verläuft ausschließlich unterirdisch und war die erste Medium-Capacity Linie in Singapur, mit einer maximalen Personenlast von 931 Personen. Wie die North East Linie wird auch diese Linie vollautomatisch und ohne Fahrer betrieben. Zudem bietet sie insgesamt elf Umsteigemöglichkeiten. Um die komplette Strecke abzufahren, benötigt man etwa eine Stunde.

4.4.1. Circle Line 6 Extension

Mit der Eröffnung der Circle Line 6 im Jahre 2025 soll die Circle Line zu einem Kreis vervollständigt werden. Dabei sollen die derzeitigen Endstationen Harbour Front und Marina Bay durch drei neue Stationen miteinander verbunden werden.

Die Verträge für diese Erweiterung wurden 2017 an die China Railway Tunnel Group Co. Ltd (Prince Edward Station und zugehörigen Tunnel, S\$310,8 Mio) die China State Construction Engineering zusammen mit Nishimatsu Construction (Keppel Station und zugehörige Tunnel, S\$318.8 Mio.) sowie China State Construction Engineering (Cantonment Station, S\$205 Mio.) vergeben.

4.5. Downtown Line (DTL)

- **Eröffnung:** 2013
- **Farbe:** blau
- **Länge:** 42km, 34 Stationen
- **Betreiber:** SBS Transit
- **Kapazität:** 3 Wagons, ca. 900 Personen
- **Fuhrpark:** Bombardier Movia C951

Die Downtown Line, welche im Metroplan blau gekennzeichnet ist, ist Singapurs fünfte MRT-Linie und wurde in drei Phasen zwischen 2013 und 2017 eröffnet.

Um eine einfachere Anbindung an die zukünftige Thomson-East Coast Line zu bieten, soll die Downtown Line bis 2024 um zwei weitere Stationen im Osten verlängert werden. Mit Fertigstellung dieser Stationen wird die Downtown Line zur längsten vollautomatischen und vollkommen unterirdisch verlaufenden U-Bahn Linie der Welt werden.

Eine zusätzliche Verlängerung am westlichen Ende wurde von der LTA in 2019 angekündigt und soll bis Mitte der 2030er Jahre fertiggestellt werden.

4.6. Thomson-East Coast Line (TEL)

- **Eröffnung:** Januar 2020 (weitere Phasen in 2021, 2023, 2024)
- **Farbe:** braun
- **Länge:** 4.2km, 3 Stationen (nach Fertigstellung: 43km, 32 Stationen)
- **Betreiber:** SMRT Corporation Ltd
- **Kapazität:** 4 Wagons, ca. 1300 Personen
- **Fuhrpark:** Kawasaki Heavy Industries & CRRC Qingdao Sifang CT251

Die Thomson-East Coast Linie ist die sechste und neueste MRT Linie in Singapur. Der Bau dieser Linie wurde am 15. August 2014 von der Land Transport Authority angekündigt und wird bis zur Fertigstellung rund S\$18 Mrd. kosten.

Die Eröffnung dieser Linie setzt sich aus fünf Schritten zusammen, wobei der erste Abschnitt von drei Stationen bereits am 31. Jänner 2020 eröffnet wurde.

Die Eröffnung der weiteren Strecke soll stufenweise in den Jahren 2020 (von der Station Woodlands South bis zur Station Caldecott), 2021 (von der Station Caldecott bis zur Station Gardens by the Bay), 2023 (von der

Station Gardens by the Bay bis zur Station Bayshore) sowie 2024 (von der Station Bayshore bis zur Endstation Sungei Bedok) erfolgen.

Der Bau der vollständig unterirdischen Thomson-East Line stellt eine besondere Herausforderung dar, da hier der Tunnelbau durch verschiedenste Gesteins- und Bodenbedingungen erforderlich ist. Allein der Bau der Station Woodlands North erforderte die Sprengung von mehr als 100.000 Kubikmeter Granit.

Die LTA erwartet, dass in den ersten Jahren nach vollständiger Eröffnung täglich rund 500.000 Pendler von der Linie Gebrauch machen werden, mit einem langfristigen Anstieg auf eine Million Pendler pro Tag.

5. WEITERE GEPLANTE MRT LINIEN

5.1. Jurong Region Line (JRL)

Die neue Jurong Region Linie wird voraussichtlich bis 2027 vollständig öffnen und aus vier Ästen bestehen. Anders als die bestehenden Linien, wird die Jurong Region Line komplett überirdisch auf Stelzen verlaufen.

Nach ihrer Fertigstellung wird die Jurong Region Line insgesamt aus 24 Stationen bestehen und sich über 24km erstrecken. Ziel der Linie ist es, die Konnektivität im westlichen Gebiet Jurong, dem zweit dichtbesiedelten Stadtteil Singapurs, zu verbessern. Die Jurong Region Line soll an mehreren Stellen an die North-South Line sowie die East-West Line anbinden. Die LTA schätzt, dass die Jurong Region Line in den ersten Jahren von 200.000 Pendlern und längerfristig von mehr als 500.000 Pendlern pro Tag genutzt werden wird.

Laut LTA wird der Bau der ersten fünf Stationen der Jurong Region Line (Choa Chu Kang, Choa Chu Kang West, Tengah, Hong Kah und Corporation) bereits im Jahr 2020 starten und bis 2026 fertiggestellt werden.

Den Auftrag für die ersten drei Stationen (Choa Chu Kang, Choa Chu Kang West und Tengah) sowie dem zugehörigen 4,3km langen Viadukt erhielt Shanghai Tunnel Engineering für S\$465,2 Mio.

Mit den beiden anderen Stationen (Hong Kah und Corporation) sowie einem 3,4km langen Viadukt wurden die örtlichen Bauunternehmen Eng Lee Engineering und Wai Fong Construction für S\$274,3 Mio. beauftragt.

Zusätzlich sollen die Züge der Jurong Region Line die ersten mit Notbatterien ausgestatteten Züge werden. Diese sollen bei einem Stromausfall Fahrgäste selbständig zum nächsten Bahnhof fahren können. Bisher müssen Fahrgäste bei einem Stromausfall über die Gleise zum nächsten Bahnhof laufen, sollte eine Rettungslok nicht an den Unfallort gelangen können.

Der S\$416,5 Mio. Vertrag für diese neuartigen Züge ging südkoreanische Hyundai Rotem Co. – der erste Zulieferungsvertrag für die südkoreanische Firma in Singapur. Hyundai Rotem Co wird 62 fahrerlose Züge zu jeweils drei Wagons für die Jurong Region Line zur Verfügung stellen.

Wie alle neuen Züge in Singapur, werden die JRL-Züge außerdem über Zustandsüberwachungssysteme verfügen, um Fehler in Echtzeit zu erkennen, sowie breitere Türen um ein schnelleres Ein- und Aussteigen zu ermöglichen.

5.2. Cross Island Line (CRL)

Die Cross Island Linie soll im Jahr 2030 eröffnet werden und soll Pendlern eine alternative Ost-West Verbindung bieten, um die East-West und Downtown Linien zu entlasten und Reisezeiten um 30 bis 45 Minuten zu verringern. Außerdem wird die Cross Island Linie auch eine Verbindung zu allen anderen bestehenden MRT-Linien bieten - fast die Hälfte der Stationen werden Umsteigestationen sein.

Es wird erwartet, dass die Linie in den ersten Jahren täglich von mehr als 600.000 Pendlern und längerfristig von mehr als 1 Million Menschen täglich genutzt wird.

Nach jahrelangen Debatten und Beratungen über die längste MRT-Strecke Singapurs, hat das Verkehrsministerium 2019 bekanntgegeben, dass die Cross Island Line direkt unter dem Naturschutzreservat Central Catchment Nature Reserve sowie dem MacRitchie Reservoir verlaufen wird. Naturschutzverbände und Umweltschützer hatten bezüglich des Verlaufs dieser Route direkt unter dem Reservat Bedenken

hinsichtlich der Auswirkungen auf die Tierwelt und Natur geäußert. Die andere mögliche Route, welche das Reservat umgangen hätte, wäre 7km länger gewesen und hätte S\$2 Mrd. mehr gekostet.

Das Ministerium begründet seine Entscheidung als günstiger und umweltfreundlicher. Durch die direktere Route soll die Reisezeit für Pendler um etwa sechs Minuten verringert werden, sowie die Fahrpreise um durchschnittlich 15% niedriger sein.

Bis diese Entscheidung gefallen war, vergingen einige Jahre. Seit der ersten Bekanntgabe der Cross Island Line im Jahr 2013 hat die Land Transport Authority Umweltverträglichkeitsprüfungsstudien für die beiden Routen durchgeführt, die Öffentlichkeit aufgefordert, Feedback abzugeben und Gesprächsrunden mit verschiedensten Interessengruppen abgehalten.

Um die Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren, wird die Cross Island Line nicht, wie die andere MRT Linien, 20-30m unter der Erde gebaut werden, sondern bis 70m tief unter dem Naturschutzgebiet verlaufen.

6. DIE LRT LINIEN

Anders als die MRT, ist die LRT (Light Rail Transit) eine automatisierte Leitschienenbahn, welche auf gasgefüllten Gummireifen verkehrt und als Zuführsystem von Wohnstädten in den Außenbezirken Singapurs zur MRT dient. Die LRT Züge sind vollautomatisiert und fahrerlos und bestehen in der Regel aus 1-2 Wagons mit einer Kapazität von ca. 100 Fahrgästen je Wagon.

6.1. Bukit Panjang LRT (BPLRT)

Die LRT Linie in Bukit Panjang wurde im Jahre 1999 als erste LRT Linie Singapurs in Betrieb genommen und wird von SMRT betrieben.

Die vollautomatische 8-Kilometer-Linie verbindet Wohnsiedlungen innerhalb von Bukit Panjang und Choa Chu Kang mit der North-South Line sowie der Downtown Line und ergänzt die bestehenden Zubringerbusse.

Da die Fahrspur nahe an Wohnhäusern vorbeiführt und so die Privatsphäre der Bewohner beeinträchtigt, verfügen die Züge über spezielle Fenster, die automatisch abdunkeln.

6.1.1. Erneuerung der Bukit Panjang LRT

Da die Bukit Panjang LRT mittlerweile über 20 Jahre alt ist, wird die Linie seit 2018 erneuert. Diese Erneuerungsarbeiten sollen bis 2024 abgeschlossen werden.

Ein wesentlicher Aspekt der Erneuerung ist die Installation eines neuen Signalsystems, welches kürzere Intervalle zwischen den Zügen und somit verkürzte Wartezeiten sowie reibungslosere, sicherere und zuverlässigere Fahrten ermöglichen soll.

Zudem werden neue und verbesserte Light Rail Vehicles (LRVs), welche für komfortablere und umweltfreundlichere Fahrten sorgen werden, eingeführt. Diese werden mit intelligenten Klimatisierungssystemen und energieeffizienten Leuchten ausgestattet. Die Fahrzeuge werden außerdem mit einem effizienten Wechselstrom-Antriebsmotor für eine einfachere Wartung und einem eingebauten Systemsteuerungs-Managementsystem ausgestattet, um die Bedingungen in Echtzeit zu überwachen.

6.2. Sengkang-Punggol LRT

Sowohl die LRT in Sengkang als auch in Punggol werden von SBS Transit betrieben. Beide sind fahrerlos und versorgen zwei der am schnellsten wachsenden Wohngebieten in Singapur mit Verkehrsanbindungen.

Die im Jahre 2003 eröffnete Sengkang LRT besteht aus 14 Stationen, welche sich ausgehend von der MRT Station Sengkang (NEL) auf zwei Schleifen befinden.

Die Punggol LRT, besteht aus 14 Stationen und ebenfalls aus zwei Schleifen, ausgehend von der MRT Station Punggol (NEL).

7. SIGNAL- UND KONTROLLSYSTEME

Alle MRT Linien sind mit Communication-Based Train Control (CBTC) Systemen für vollautomatischen und fahrerlosen Betrieb ausgestattet (Automatic Train Control; ATC).

Durch die Zusammenarbeit von mehreren Untersystemen (Automatic Train Protection, Automatic Train Operation) sowie der laufenden Kommunikation zwischen dem Zug und Rechnern die entlang der Strecke angebracht sind, kann das System den Zugbetrieb überwachen und einen sicheren Zugbetrieb gewährleisten.

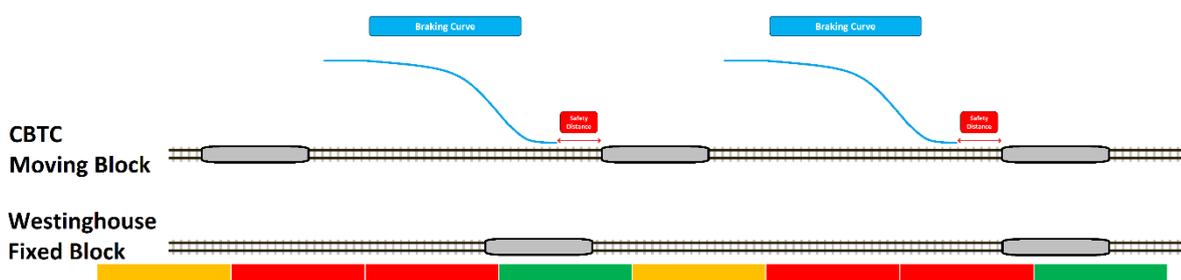
7.1 Fixed-Block System

Die ersten beiden MRT Linien, die North-South Line sowie die East-West Line, wurden ursprünglich mit Fixed-Block Systemen ausgestattet. Unter diesem System wird die Strecke in kleinere „Blöcke“ von je ca. 200m unterteilt – jeder Block darf dann zu einem gegebenen Zeitpunkt nur von einem Zug belegt werden, und ein Block wird als besetzt betrachtet, auch wenn sich nur ein Teil eines Zuges im Bereich befindet. Das System erkennt, ob sich ein Zug innerhalb eines Blocks befindet, aber nicht seine tatsächliche Position. Um eine sichere Distanz zwischen den Zügen zu gewährleisten, besteht eine Pufferzone von mindestens einem Block hinter jedem Zug, damit ein nachfolgender Zug genügend Raum für eine Bremsung hat.

Züge werden dann auf Grundlage einer angezeigten "Zielgeschwindigkeit" betrieben, die sich je nach Geschwindigkeitsbeschränkungen und der Entfernung zum vorausfahrenden Zug ändert. Diese Informationen werden an den Führerstand des Zuges übertragen und auf dem Bedienpult angezeigt.

Sowohl die North-South Line als auch die East-West Line wurden ursprünglich halbautomatisch bedient (Semi-Automatic Train Operation; STO), d.h. der Fahrer war für die Bedienung der Türen sowie die Zugführung im Fall einer Störung verantwortlich. Mit der Aufrüstung der Signalsysteme auf ein Moving-Block System gingen beide Linien 2017 in vollautomatischen Betrieb über.

Zusätzlich zur North-South und East-West Line werden auch alle LRT Linien über Fixed-Block Signalsysteme betrieben.



Fixed-Block und Moving-Block Signalsystem im Vergleich (Source: Land Transport Guru)

7.2 Moving-Block System

Mit der Eröffnung der ersten vollautomatisierten MRT Linie im Jahr 2003, der North-East Line, wurde auch ein neues Signalsystem in Singapur eingeführt – Communication-Based Train Control (CBTC) basierend auf einem Moving-Block System.

Mit einem Moving-Block System werden die genaue Position, Geschwindigkeit, Fahrtrichtung, Bremsweg und andere Parameter drahtlos an streckenseitigen Rechner übertragen. Diese sammeln Informationen von

benachbarten Zügen und berechnen einen Schutzbereich (Limited Movement Authority; LMA) zum vorausfahrenden Zug.

Um dies zu ermöglichen, werden in regelmäßigen Abständen Transponder auf der Strecke installiert, welche vom Zug ausgesendete Funksignale zurücksenden, wenn ein Zug diesen passiert. Die Züge sind auch mit einem Geschwindigkeitssensor ausgestattet. Wie die Entfernungsmarkierungen auf einer Straße kann der Zug seine genaue Position ermitteln, indem er den zuletzt angetroffenen Transponder identifiziert und dann die zurückgelegte Entfernung nach dem Auftreffen auf den Transponder addiert.

Über das CBTC System erhalten Züge dann laufend Informationen über die genaue Entfernung zum vorausfahrenden Zug und können so ihren Sicherheitsabstand entsprechend anpassen. Solch ein System nutzt die verfügbare Schienenstrecke effizienter, indem es den Abstand zwischen den Zügen sicher reduziert und somit Platz für zusätzliche Züge auf derselben Strecke schafft (siehe Illustration). Zusätzlich kann das System auch Zuggeschwindigkeiten anpassen und Verspätungen ausgleichen.

Durch die Integration mit Schutzsystemen wie Automatic Train Protection (ATP), Automatic Train Operation (ATO) und Automatic Train Supervision (ATS), ermöglicht CBTC auch den unbeaufsichtigten Zugbetrieb (Unmanned Train Operation; UTO) ohne einen Fahrer an Bord.

In Singapur wurde das CBTC-Signalsystem auf der North- East Line, der Circle Line, der Downtown Line und der Thompson-East Coast Line von Anfang an eingesetzt. Auf der North-South Line und der East-West Line, wurde das Fixed Block-Signalsystem zwischen 2012 und 2017 auf ein neues CBTC-Signalsystem aufgerüstet – beide Linien werden nun auch fahrerlos betrieben. Dies ermöglichte eine Verringerung der Wartezeiten von 120 Sekunden auf 100 Sekunden - entsprechend einer Kapazitätserweiterung um 20% von einem Maximum von 30 Zügen pro Stunde auf 36 Züge pro Stunde – und führte somit zu einer erheblichen Auslastung der Strecken, vor allem in Zeiten der Spitzenbelastung.

8. WARTUNG

Laut Verkehrsminister Khaw Boon Wan ist die MRT-Wartung die wichtigste Arbeit um Singapurs komplexes Schienennetz am Laufen zu halten - jedoch findet die Arbeit größtenteils unbemerkt statt und wird so kaum geschätzt. Hier liegt jedoch der Schlüssel zur Effizienz und Verlässlichkeit des singapurischen MRT Systems.

Vorbeugende und korrigierende Wartungsarbeiten werden in der Regel in den frühen Morgenstunden nach Ende des Zugbetriebs durchgeführt. Diese Arbeit ist von großer Bedeutung, da das Nichterkennen und Korrigieren einer Abnutzung bzw. eines Fehlers zu schwerwiegenden Unterbrechungen des Schienennetzwerks führen kann.

Das Wartungsteam hat zwischen dem Ende des Zugdienstes und dem Beginn am nächsten Tag nur ca. 3,5 Stunden Zeit, um anstehende Arbeit zu erledigen. Routinemäßig müssen Wartungsteams in dieser Zeit täglich alle Züge welche am nächsten Tag in Betrieb gehen (ca. 190 Züge pro Tag), inspizieren. Schienen, Tunnel und Brücken müssen alle 7-9 Tage begutachtet werden und fehlerhafte Schienen, Stromzufuhren und Kabel in den 3,5 Stunden ausgetauscht werden.

Zusätzlich müssen auch vorab geplante Wartungen und Tests von Geräten, die vorübergehend außer Betrieb genommen wurden, sowie größere Geräte- oder Systemüberholungen durchgeführt werden. Diese Aufgaben werden in der Regel in Depot-Werkstätten oder von Systemlieferanten und -herstellern ausgeführt.

Aufgrund des wachsenden Schienennetzwerks und der weiter steigenden Zahl von Zügen und Fahrten werden dementsprechend auch mehr Ingenieure und technisches Personal benötigt, um all diese Wartungsarbeiten ordnungsgemäß durchführen zu können. Jedoch fehlt es, laut Minister Khaw, hierfür an Fachkräften. Eine Erweiterung der Belegschaft in der Schienenindustrie wäre dringend notwendig und würde, laut Khaw, das Wartungsprogramm verbessern, sodass eine rechtzeitige Wartung möglich wäre, bevor ein System ausfällt oder ein Unfall passiert.

Um den Wartungsteams mehr Spielraum zu gewähren, werden, wenn notwendig, helfende Maßnahmen gesetzt, um die verfügbare Arbeitszeit zu erhöhen. So wurden beispielsweise von Jänner 2020 bis März 2020 ein paar Stationen der North-South Line an einigen Freitagen und Samstagen schon gegen 23:00 Uhr geschlossen, damit erforderliche Wartungs- und Erneuerungsarbeiten durchgeführt werden konnten. Um Pendlern ihre Reise trotz der Wartungsarbeiten so komfortabel wie möglich zu gestalten, sind der Bau von Eisenbahnlärmschutzwänden sowie die Einsetzung von Shuttle Bussen in den betroffenen Gebieten geplant.

7.1. Wartung in der Zukunft?

Gegenwärtig erfolgen Inspektionen der MRT Strecken und Tunnel – bei denen darauf abgezielt wird, Probleme wie Risse oder Wasserlecks zu erkennen sowie festzustellen, ob Wartungsarbeiten erforderlich sind – ausschließlich manuell und sind somit sehr arbeitsintensiv.

Daher forscht die LTA schon seit einigen Jahren an der Umsetzung der Wartung durch Drohnen. Die Forschungen sind auf Tunnelinspektionen mit unbemannten Fahrzeugen wie Drohnen u.ä. Technologien ausgelegt.

Die Wartung durch Drohnen soll eine 360-Grad-Videokartierung der Tunnel sowie eine Software zur automatischen Erkennung von Fehlern aus dem aufgenommenen Video mit Angabe des exakten Standorts beinhalten. Durch die Verwendung von Drohnen würde nicht nur sehr viel Arbeit und Zeit erspart werden, sondern es würde auch den Ingenieuren die Möglichkeit bieten, mehr Zeit in die Analyse der von den Drohnen erfassten Daten zu investieren.

Der Einsatz von Drohnen würde die Inspektionen um einiges erleichtern, da sie problemlosen Zugang zu hohen und schwer zugänglichen Standorten ermöglichen und somit den Bedarf an manuellen Gerüsten, die mehr Zeit erfordern und möglicherweise auch ein Hindernis darstellen, verringern.

Tatsächlich testet die LTA bereits acht Drohnen für die Standortüberwachung beim Bau der Thomson-East Coast Line sowie für MRT- und Straßentunnelinspektionen. Die ersten Versuche, Drohnen für die Inspektionen einzusetzen, verliefen größtenteils reibungslos, jedoch ergeben sich aktuell noch teilweise Probleme bezüglich Verwirbelungen durch Windverhältnisse, begrenzter Akkulaufzeit und Schwierigkeiten beim Navigieren und Ermitteln genauer Positionen. Die Prozesse, Einschränkungen und Fähigkeiten der derzeit verfügbaren Technologie müssen verstanden und danach weiterentwickelt werden.

Während sich Drohnen künftig selbst steuern sollen, werden die aktuellen Drohnen weiterhin manuell von einem Team von 11 Drohnen-Trainern gesteuert.

9. WISSENSWERTES

8.1. Fahrplan

Alle Bahnlinien der Metro sind von 5:30 Uhr bis 00:00 Uhr in Betrieb. An Feiertagen wie beispielsweise Weihnachten, Silvester, dem chinesischen Neuen Jahr, Diwali und Eid fährt die Metro 24 Stunden am Tag.

Die Zugfrequenz beträgt in den Stoßzeiten von 7 bis 9 Uhr in etwa 2 bis 3 Minuten und außerhalb der Stoßzeiten zirka 5 bis 7 Minuten.

8.2. Fahrpreis

Anders als in Österreich, wo es gängig ist, dass man sich eine Stundenkarte oder eine 24-Stunden-Karte kauft, um sich mit den öffentlichen Verkehrsmitteln fortzubewegen, ist der Preis für eine Fahrt mit der MRT in Singapur, wie so oft in Asien, abhängig von der Länge der Fahrstrecke. Daraus folgt, je länger die Fahrstrecke, desto höher der Preis. In der Regel kosten Fahrten zwischen S\$0.92-S\$2.17 pro Fahrt.

8.3. Zahlungsmethode

In Singapur gibt es verschiedene Möglichkeiten, um für MRT-Fahrten zu bezahlen:

- Wertkarte (stored value card)
- SimplyGo
- Ermäßigungskarte (concession card)
- Bargeld
- Kauf eines Standardtickets (standard ticket)

Kinder unter 7 Jahren sowie kleiner als 0,9m, welche von einem gebührenpflichtigen Erwachsenen begleitet werden, dürfen kostenlos fahren.

8.3.1. Wertkarte

Hier handelt es sich um kontaktlose Wertkarten, mit denen man jeweils am Beginn und Ende der Fahrt die Schranke „antippt“ und von der automatisch der korrekte Fahrpreis abgezogen wird. Die Karten sind an jedem Ticketbüro, jeder MRT-Station sowie in 7-Eleven Stores erhältlich.

Diese Karten können bei allen Fahrkartenautomaten, Mehrwertautomaten, Fahrkartenschalter an MRT-Stationen, AXS-Stationen, DBS / POSB / OCBC Geldautomaten, 7-Eleven Läden sowie SingPost-Verkaufsstellen erneut aufgeladen werden.

8.3.2. SimplyGo

Unter dem Namen SimplyGo führte die LTA in 2017 ein neues Zahlungssystem für kontaktlose Bankomatkarten ein. Nun ist es auch möglich, einfach mit kontaktlosen Kredit- und Debitkarten von Mastercard, Visa oder NETS für Bus- und MRT-Fahrten zu zahlen. Hierfür sind keine Vorabaufladungen oder erforderlich – man muss einfach, wie es der Name „SimplyGo“ verrät, durchlaufen, seine Karte an die Maschine halten und schon ist man unterwegs.

Das System berechnet automatisch den richtigen Fahrpreis und zieht, wie auch bei der Wertkarte, automatisch den richtigen Betrag von der Karte ab. Wann die Transitgebühren verrechnet werden, ist abhängig davon, mit welcher Karte man bezahlt. Für kontaktlose Mastercard- und NETS Karten gilt, dass die

Gebühren bis zu 5 Tage oder nach Ausgabe von insgesamt S\$15 abgezogen werden, je nachdem, welcher Fall früher eintritt. Für kontaktlose Visa-Bankkarten fallen täglich Gebühren an.

Auch Touristen und ausländische Besucher können mit einer ausländischen Visa- oder Masterkarte einfach mit SimplyGo bezahlen.

8.3.3. Ermäßigungskarte

Bei den sogenannten Concession Cards handelt es sich um personalisierte Smartcards, mit denen berechtigte Karteninhaber bei Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln vergünstigte Preise erhalten. Ermäßigungskarten sind erhältlich für Erwachsene, Kinder, Studenten, Senioren, Angehörige des öffentlichen Dienstes, Menschen mit Behinderungen und Empfänger von Erwerbseinkommensergänzungen. Diese Ermäßigungskarten werden von der Land Transport Authority ausgestellt.

8.3.4. Bargeld, Standardticket

Es besteht auch die Möglichkeit, sich mit Bargeld ein Standardticket zu kaufen. Dies wird jedoch nicht empfohlen, da es viel günstiger ist, wenn man für die Länge der Fahrstrecke bezahlt, als ein Standardticket zu kaufen.

Außerdem haben Touristen in Singapur die Möglichkeit sich einen *Touristenpass* für entweder ein, zwei oder drei Tage zu kaufen und hiermit alle öffentlichen Transportmittel (MRT, LRT sowie Busse) zu nutzen.

10. HIGH SPEED RAIL VON SINGAPUR NACH KUALA LUMPUR

Singapur und Kuala Lumpur, die Hauptstadt Malaysiens, sind sowohl historisch als auch wirtschaftlich eng verbunden. Mehr als 9% der Exporte von Singapur aus gehen nach Malaysia, während ca. 12% der singapurischen Importe aus Malaysia kommen. Nur aus China importiert bzw. exportiert Singapur mehr.

Mit 30.187 Flügen im Jahr war laut Reisenachrichtendienst OAG Aviation Worldwide, die Route zwischen den beiden Städten in 2018 die meistfrequentierte internationale Flugroute der Welt – durchschnittlich ca. 82,7 Flüge pro Tag. Die Flugzeit beträgt ca. 40 Minuten, jedoch liegt der Flughafen Kuala Lumpur (KLIA) ca. 100km außerhalb der Stadt.

Zusätzlich fahren täglich mehr als hundert Busse zwischen den beiden Städten. Eine solche Reise dauert ca. 5 Stunden bei gutem Verkehr. Zudem kommt die Zeit für die Grenzkontrolle in Singapur und Malaysia. Mit dem Auto dauert die Reise ca. 4 Stunden.

Eine Zugverbindung zwischen den beiden Städten würde somit nicht nur einen enormen Vorteil für Einwohner und Touristen bieten, da sich diese sehr viel Zeit ersparen würden, sondern auch für die Umwelt. Eine Zugverbindung besteht bereits – das singapurische und malaysische Schienensystem sind bereits seit der Eröffnung des Singapore -Johor Causeways in 1923 miteinander verbunden – allerdings ist die Infrastruktur veraltet und für eine Fahrt benötigt man ca. 7 Stunden.

Eine erste Hochgeschwindigkeitsverbindung (HSR) wurde bereits in den 1990er Jahren vorgeschlagen, jedoch aufgrund der hohen Kosten nicht weiterverfolgt. Erst 2013 einigten sich die Regierungen der beiden Länder, das Projekt erneuert aufzunehmen. Seitdem wurden einige Baustudien unternommen, und 2017 gewann ein Konsortium von WSP Engineering Malaysia, Mott MacDonald Malaysia sowie Ernest & Young den Auftrag als „Joint Development Partner“ technische Beratung zu leisten, Sicherheitssysteme zu entwickeln sowie die Ausschreibung für den Bau der Strecke zu unterstützen.

Mit der Wahl von Dr. Mahathir Mohamad zum neuen Premier Minister Malaysiens im Jahr 2018 war das Projekt jedoch erneut in Gefahr. Als Teil einer Initiative, die Staatsverschuldung Malaysiens um mehr als 1 Billion RM1 (\$329 Mrd.) zu verringern, wollte Dr. Mohamad das Projekt endgültig streichen.

Schlussendlich wurde lediglich eine Einstellung des Projekts beschlossen, da eine Stornierung im Rahmen des High Speed Rail-Abkommens, welches von beiden Ländern bereits unterzeichnet wurde, eine hohe Entschädigung zur Folge gehabt hätte.

Somit wurde der Bau der Hochgeschwindigkeitsstrecke für zwei Jahre, bis frühestens Mai 2020, aufgeschoben. Die Strecke soll nun am 1.1.2031, anstatt 2027 wie ursprünglich geplant, in Betrieb gehen.

11. CHANCEN FÜR ÖSTERREICHISCHE FIRMEN

Österreichische Firmen genießen allgemein einen ausgezeichneten Ruf in Singapur. Insbesondere wird der gute Ruf durch Infrastrukturprojekte, welche von österreichischen Unternehmen durchgeführt wurden, bestätigt. Die wichtigsten österreichischen Exportgruppen nach Singapur sind und bleiben elektrische Maschinen und Geräte, Maschinenbauerzeugnisse und Metallwaren sowie Straßenfahrzeuge. Dabei spielen Spezialgeräte, Arbeitsmaschinen sowie Mess-, Prüf- und Kontrollgeräte eine bedeutende Rolle. Chancen ergeben sich daher in allen Bereichen, die moderne Stadtentwicklung/„Urban Development“ umfassen. Gerade im Ausbau der Infrastruktur des Landes liegen große Chancen für österreichische Unternehmen.

Österreichische Unternehmen sind bereits an mehreren Infrastrukturprojekten beteiligt – so auch am Tunnelbau. So werden u.a. Teile des Deep Tunnel Sewerage System Projekts (lokal als „Sewage Super Highway“ bekannt), einem 50km langen System von Abwasserkanälen 30-50m unter der Erde, sowie einige Mikrotunnelprojekte von österreichischen Unternehmen gebaut. Auch im Planungsbereich sind österreichische Ingenieurbüros tongebend.

Der Bau der Infrastruktur für die MRT Linien wurden bisher allerdings hauptsächlich von japanischen, koreanischen und zunehmend auch chinesischen Firmen geleitet – so wurden auch die ersten Verträge für die Jurong Region Line u.a. an die Chinesische Shanghai Tunnel Engineering, die China Communications Construction Company und die südkoreanische Firma Daelim Industrial vergeben.

Dennoch bieten sich in mehreren Bereichen Chancen für innovative österreichische Unternehmen. In den nächsten Jahren plant die LTA Investments in neue Technologien u.a. in den Bereichen Wartung sowie Kundenerfahrung.

Hilfreich für österreichische Unternehmen ist es, am Markt präsent bzw. durch ein lokales Unternehmen vertreten zu sein. Eine ernsthafte Marktbearbeitung kann am besten durch Mitarbeiter vor Ort und deren persönlicher Netzwerke erfolgen.

Das AußenwirtschaftsCenter Singapur kann Sie bei der Partner- und Vertretersuche sowie bei der Abfrage aller nötigen Informationen bei den Behörden Singapurs tatkräftig unterstützen.

12. ÜBERSICHT DER BEVORSTEHENDEN PROJEKTE IN SINGAPUR

Alle öffentlichen Projekte und Ankäufe werden von der Singapurischen Regierung auf dem hauseigenen Procurement Portal – GeBiz (www.gebiz.gov.sg) - ausgeschrieben. Dort kann jeder nach Belieben alle aktuell ausgeschriebenene Projekte durchsuchen und Angebote abgeben. So werden auch die Bahnprojekte der LTA ausgeschrieben.

Für weitere Fragen steht Ihnen natürlich das AußenwirtschaftsCenter Singapur gerne zur Verfügung.

Folgend ein Auszug der aktuell auf GeBiz ausgeschriebenene LTA Projekte, welche in den kommenden Monaten schließen werden (Februar 2020):

- Design and Construction of Tunnels between Aviation Park Station and Depot
- Design and Construction of Aviation Park Station and Tunnels
- Tender cum Pre-Qualification for Cross Island Line Phase 1 (CRL1) Civil Contract CR102
- Design and Construction of Bored Tunnel between Tampines North Station and Defu Station
- Design and Construction of Jurong Hill Station, Jurong Pier Station and Viaduct for Jurong Region Line
- Design and Build of Enhancement Works to Existing MRT/LRT Stations and Associated Commuter Facilities
- Hands-free Ticketing Solution for Transit
- Provision of Automatic Fare Collection (AFC) Gates

13. LITERATURVERZEICHNIS

<https://www.singapur-singapore.de/metro/>

<http://mapa-metro.com/de/Singapur/Singapur/Singapur-MRT-Karte.htm>

https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/getting_around/public_transport/rail_network.html

<https://www.asien.net/singapur/#Fortbewegung-im-Land>

<https://mrt.sg/map/schematic>

<http://mapa-metro.com/de/Singapur/Singapur/Singapur-MRT-Karte.htm>

https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/getting_around/public_transport/rail_network.html

<https://www.straitstimes.com/forum/letters-in-print/high-speed-rail-will-help-cut-carbon-emissions-from-flights>

<https://www.smrt.com.sg/>

<https://www.sbstransit.com.sg/>

<https://www.sgsme.sg/news/underground-build-singapore-building-deep>

<https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/45-minute-city-20-minute-towns-land-transport-master-plan-2040-11114494>

<http://www.differencebetween.net/business/differences-between-lrt-and-mrt/>

<https://mothership.sg/2019/07/rail-services-improvement/>

https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/upcoming_projects.html

<https://www.tradelinkmedia.biz/publications/7/news/954>

<https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/thomson-east-coast-line-tel-open-january-2020-stations-woodlands-11920520>

<https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/jurong-region-line-mrt-stations-construction-to-begin-2020-11890524>

<https://www.businesstimes.com.sg/transport/lta-awards-two-contracts-worth-s740m-to-build-5-mrt-stations-on-jurong-region-line>

<https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/cross-island-line-mrt-crl-direct-route-central-nature-reserve-12152290>

<https://www.todayonline.com/singapore/maintenance-what-keeps-singapores-rail-network-humming-khaw>

<https://www.todayonline.com/singapore/early-closures-some-nsl-mrt-stations-january-march-2020-maintenance-works>

<https://www.straitstimes.com/singapore/transport/lta-looking-to-test-drones-for-mrt-and-road-tunnel-inspections>

[https://www.lta.gov.sg/content/dam/ltaweb/corp/PublicationsResearch/files/ReportNewsletter/Connect/Apr%202018/03%20Drone%20\(On%20The%20Go\)%20.pdf](https://www.lta.gov.sg/content/dam/ltaweb/corp/PublicationsResearch/files/ReportNewsletter/Connect/Apr%202018/03%20Drone%20(On%20The%20Go)%20.pdf)

<https://www.businessinsider.sg/this-photo-of-a-robot-roaming-an-mrt-station-shows-what-the-future-of-singapores-transport-hubs-could-be-like/>

<https://www.straitstimes.com/singapore/transport/korean-trains-with-battery-propulsion-for-jurong-region-line>

AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA

AUSSENWIRTSCHAFTSCENTER SINGAPUR
#24-04/05 Parkview Square, 600 North Bridge Road
188778 Singapore
Singapur
T +65 6396 6350
E singapur@wko.at
W wko.at/aussenwirtschaft/sg

