

Institut für Systemisches Management
und Public Governance



Universität St.Gallen

IMP-HSG INSTITUT FÜR SYSTEMISCHES MANAGEMENT UND PUBLIC GOVERNANCE

Schweizer Jahrbuch für Verkehr 2018

Herausgeber:
Prof. Dr. Christian Laesser
Prof. Dr. Thomas Bieger
Prof. Dr. Rico Maggi

Über den Strassenstau hinweg

Öffentlicher spurgeführter Verkehr am Seil¹

Kurt Metz

Abstract

Automated People Mover heissen seilgezogene und automatisch verkehrende Personentransportsysteme. Ihre Fahrzeuge bewegen sich meist auf erhöhten Fahrbahnen ungehindert von anderen Verkehrsteilnehmern. Sie dienen zum raschen Befördern von vielen Passagieren über kurze und mittlere Distanzen in dicht bebauten Gebieten. Vorab als Verbindungen von Flughafen terminals untereinander bekannt, erobern sie nun städtische Gebiete und urbane Zonen².

Keywords: Cable Liner³, MiniMetro⁴, People Mover, Seilbahnen, Pendelbahnen, Umlaufbahnen, Luftkissenbahnen, Cable Cars, Schrägaufzug

-
- 1 Der Beitrag geht nur auf seilgezogene Bahnen des innerstädtischen und urbanen öffentlichen Personennahverkehrs ein, also ohne Seilbahnen mit mehrheitlich touristischem Charakter zum Überwinden von grösseren Höhenunterschieden.
 - 2 Der Beitrag ist mit der Unterstützung der Seilbahnersteller Bartholet (CH-Flums), Doppelmayr/Garaventa (A-Wolfurt und CH-Goldau) und Leitner ropeways/Poma (I-Sterzing und F-Voreppe) entstanden.
 - 3 Cable Liner ist die Produktbezeichnung für Automated People Movers von Doppelmayr/Garaventa.
 - 4 MiniMetro ist eine registrierte Marke © der Leitner ropeways.

Abbildung 1: Oakland Airport Connector



Foto: Doppelmayr

Der Airport Connector verbindet die Station Coliseum des Schnellbahnsystems Bay Area Rapid Transit (BART) im Raum San Francisco mit dem internationalen Flughafen von Oakland.

1 Ausgangslage

Mobilitätsengpässe gehören zum Alltag mittelgrosser Städte und von Metropolen. Der motorisierte Individualverkehr kommt hier zu oft und zu lange zum Stehen. Dabei behindert er den öffentlichen Nahverkehr, wenn Strassenbahnen und Busse nicht über eigene Spuren und sie bevorzugende Lichtsignalanlagen verfügen. Lösungsansätze sind das Verlegen des ÖPNV in den Untergrund oder die Luft.

Untergrundbahnen sind teure Investitionen mit langer Bauzeit und hohen Betriebskosten. Sie eignen sich erst bei sehr hohem Passagieraufkommen von mehr als 10'000 Personen pro Stunde und Richtung.

Seilbahnen in der Luft sind eine Alternative zu Bus und Tram⁵: Sie benötigen nur geringe Grundflächen, sind rasch erstellt, anspruchslos in Betrieb, günstig im Unterhalt, fahren nahezu emissionsfrei und daher umweltfreundlich. Ihre Kapazität liegt bei 5'000 Personen pro Stunde und Richtung.

Als Alternative bieten sich seilgezogene, spurgelenkte Bahnsysteme an. Sie sind aufgeständert oder verkehren auf einer Eigentrasse. Sie weisen die gleichen verkehrlichen Vorteile wie Seilbahnen in der Luft auf, verkehren sie doch konfliktfrei mit allen anderen Verkehrsmitteln über oder abseits von Staus. Ihre Kapazität ist höher als jene von Bussen, liegt jedoch unter der von Strassenbahnen. People Movers sind schneller unterwegs als Trams und bieten Fahrgästen einen höheren Komfort. Durch den zentralen und redundanten Antrieb aller Fahrzeuge ist die Verfügbarkeit sehr hoch und die Investitionskosten wie jene für den Unterhalt halten sich in Grenzen.

Standseilbahnen mit pendelnden Wagen sind im Voralpen- und Alpenraum häufig anzutreffen zum Überwinden von grossen Höhenunterschieden und zum Erschliessen von Aussichtspunkten. Auch in innerstädtischen Bereichen kennen wir Standseilbahnen, beispielsweise die Marzilibahn in Bern, die Rigiblickbahn in Zürich, das Funiculare Lugano - Stazione und das immer noch mit Wasserballast als Antrieb pendelnde Funiculaire in Fribourg. Sie verbinden effizient auf sehr kurzen Strecken Quartiere in unterschiedlicher Höhenlage. Automated People Movers des 21. Jahrhunderts mit pendelnden Fahrzeugen funktionieren nach dem gleichen Prinzip, verkehren jedoch meist horizontal, befahren enge Kurven, schliessen kurze Steigungen und Neigungen ein. Auch lassen sie sich vom Zugseil entkuppeln oder folgen sich als Einzelfahrzeuge in kurzen Abständen.

Noch sind People Movers in Europe in überschaubarer Zahl in Betrieb. Nordamerika – Ursprungsland der Seilstrassenbahn mit den historischen Cable Cars von San Francisco⁶ – kennt sie sowohl in Vergnügungsparks, innerhalb von Flughäfen wie als öffentliche Nahverkehrsmittel. In der Schweiz gibt es seit 2003 einen People Mover, nämlich die auf Luftkissen schwebende Skymetro, die das Airside Center mit dem Midfield Dock E auf dem Flughafen Zürich verbindet.

5 Der Beitrag „Wenn der Öffentliche Verkehr in der Luft fährt – Wie Seilbahnen urbane Verkehrsprobleme lösen“ ist im Schweizer Jahrbuch für Verkehr 2017 erschienen.

6 Siehe Kurzbeitrag am Ende des Artikels

Abbildung 2: Übersicht einiger People Mover-Systeme

Land	Stadt	Typ	Stops	km	Fahrzeuge/Pax	km/h	Pphpd	Sek.
Ägypten	Kairo APT	MiniMetro	2	1,86	3-Wagen/170	50,0	2'000	
Deutschland	Frankfurt	MiniMetro Double Shuttle	0	0,30	xx pro Wagen	21,6	3'400	80
GB	Birmingham APT	Cable Liner Double Shuttle	0	0,56	2-Wagen/54	36,0	1'600	120
Italien	Perugia	MiniMetro Single Cars	5	3,03	25 pro Wagen	25,0	3'000	
	Pisa	MiniMetro Double Shuttle	1	1,77	2-Wagen/107	40,0	1'132	
	Venedig	Cable Liner Double Shuttle	1	0,87	4-Wagen/200	29,0	3'000	190
Kanada	Toronto APT	Cable Liner Double Shuttle	1	1,48	6-Wagen/196	43,2	2'150	250
Mexiko	Mexico City APT	Cable Liner Single Shuttle	0	3,02	4-Wagen/104	45,0	600	650
Österreich	Serfaus	Cable Liner Single Shuttle	2	1,28	3-Wagen/400	40,0	3'000	540
Schweiz	Zürich APT	Cable Liner Pinched Loop	0	1'14	2-Wagen/224	48,0	4'480	120
Türkei	Istanbul	People Mover	0	0,75	2-Wagen/250	25,0	3'500	150
Qatar	Hamad APT	Cable Liner Double Shuttle	0	0,5	5-Wagen/190	45,0	6'000	110
USA	Las Vegas MGM I	Cable Liner Double Shuttle	2	0,84	5-Wagen/160	36,0	1'300	300
	Las Vegas MGM II	Cable Liner Double Shuttle	0	0,84	5-Wagen/160	36,0	1'900	220
	Las Vegas Mirage	Cable Liner Double Shuttle	1	0,65	4-Wagen/132	37,8	3'000	150
	Oakland, CA	Cable Liner Pinched Loop	1	5,1	3-Wagen/113	50,4	1'400	280
Venezuela	Caracas	Cable Liner Pinched Loop	3	2,00	4-Wagen/212	47,0	3'000	270

Pphpd Persons per hour per direction

Zusammenstellung: KM

2 Ökologisch und ökonomisch

People Mover-Fahrzeuge werden von einem zentral angetriebenen Kabel gezogen, verkehren also ohne eigenen Antrieb. Da führt zu einer Reihe von Vorteilen gegenüber Strassenbahnen und Bussen:

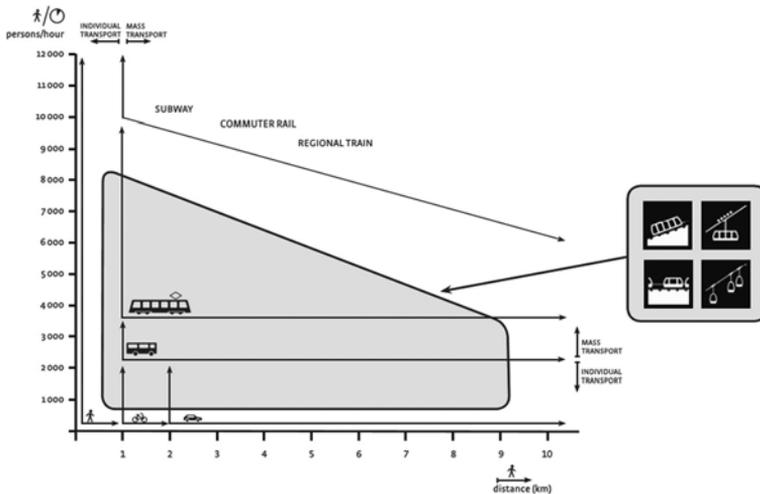
- leise Fahrweise
- niedriger Energiebedarf
- kaum Umweltmissionen, also wenig Lärm und keine Abgase
- komfortabel und geräuschlos für die Passagiere
- hohe (bei Pendelverkehr) oder sehr hohe (bei Umlaufbetrieb) Abfahrtfrequenzen
- sehr hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit (99 Prozent und mehr)
- hohe kommerzielle Geschwindigkeit selbst mit Zwischenhalten
- sicher dank kreuzungsfreier Eigentrasse
- benötigen wenig Grundfläche (besonders wenn sie über bereits bestehende Verkehrswege gebaut werden)
- flexible Streckenführung mit engen Radien (bis 50 Meter beim Normalspur) und starken Steigungen/Neigungen (12 Prozent) erlaubt auch den Einsatz in historisch gewachsenen Städten, allenfalls mit einfach auszurüstenden Tunnelabschnitten
- preiswert und rasch erstellt und in Betrieb genommen
- hohe Automatisierung dank Eigentrasse und führerlosem Fahren führen zu geringem Personalaufwand

Der zentrale, elektrische Antrieb bewegt alle Fahrzeuge, diese kommen also ohne eigene Motorisierung aus. Das führt zu niedrigen Investitions-, Betriebs-, und Wartungskosten.

3 Leistungsfähig und schnell

Geschichtlich gesehen zählen Seilbahnen zu den ältesten urbanen Massentransportsystemen. Die ersten entstanden 1862 in Lyon und 1873 in San Francisco. Moderne seilgezogene Personentransportsysteme haben mit diesen Vorläufern nur noch die technischen Grundprinzipien gemeinsam. People Movers tragen – wie sonst kein anderes öffentliches Nahverkehrsmittel – den neuen Bedürfnissen der Stadtentwicklung wie Kleinräumigkeit, Funktionsmischung und Ökologie Rechnung. Mit einer Kapazität von bis zu 6'-8'000 Personen pro Stunde und Richtung liegen People Movers in etwa zwischen Bussen (3'500) und Strassenbahnen (10'000). Ihre maximale Fahrgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. Zudem sind sie zuverlässiger bezüglich der Verfügbarkeit und pünktlicher als Tram und Bus, besonders dann, wenn diese den Verkehrsraum mit dem motorisierten Individualverkehr, Fahrradfahrern und Fussgängern teilen müssen.

Abbildung 3: Einsatzbereich seilgezogener Verkehrsmittel



Quelle: Leitner ropeways

Seilbahnen eignen sich ideal für Distanzen bis zu 9 Kilometer und 8'000 Passagiere pro Stunde.

4 Einzeln und in Gruppen

Grundsätzlich gibt es People Movers in zwei Ausführungen: als Züge mit mehreren Wagen und als individuelle Fahrzeuge.

People Mover Single-Fahrzeuge werden an ein kontinuierlich umlaufendes Seil angekuppelt. An den Haltepunkten wird das Einzelfahrzeug vom Seil genommen und durch eine ortsfeste Anlage gebremst. Nach dem Passagierwechsel bringt diese den Wagen wieder auf die Seilgeschwindigkeit und er wird angekuppelt. Dieses System eignet sich für kontinuierliche Passagierströme, gewünscht kurze Wartezeiten und einer Mehrzahl von Haltestellen.

People Mover-Züge bestehen aus zwei Endfahrzeugen und bis zu sechs eingefügten Wagen. Diese pendeln zwischen den Endstationen. Dabei können sie sowohl fix am Seil gekoppelt wie abkoppelbar sein. Das Seil beschleunigt und bremst den Zug. Die People Mover-Züge eignen sich in erster Linie für eine grosse Zahl von Passagieren mit gemeinsamen Fahrzielen, die auch mehrere Zwischenstationen aufweisen können.

Abbildung 4: Umlauf- und Pendelbetrieb

Quelle: Leitner ropeways

Im Umlaufbetrieb folgen sich die kuppelbaren Transportgefäße nach Bedarf und Aufkommen, im Pendelbetrieb sind die Wagen oder Züge fix am Seil und kreuzen sich in der Mitte der Strecke.

Eine Variation des Pendelbetriebs mit Mehrwagenzug bildet das nachfolgend beschriebene „Pinched Loop-System“, das sowohl am Flughafen Zürich wie beim Cable Liner in Oakland, Kalifornien, Anwendung findet.

5 Einspurige Stationen – Doppelspurfahrbahn

Die Skymetro im Zürcher Flughafen ist eine vollautomatische, unterirdische von Otis-Poma realisierte, seilgezogene Luftkissenseilbahn. Sie verbindet seit September 2003 in zwei weitgehend voneinander getrennten Tunnelröhren das Dock E des Zürcher Flughafens mit dem Airside Center und unterquert dabei die Piste 10/28. Die 1'138 m lange Strecke legen die von einem Stahlseil gezogenen, dreiteiligen Wagenzüge auf einem 0.2 mm dicken, von Gebläsen generierten Luftkissen über einem Fahrweg aus Beton zurück. Der Transport der Fahrzeugkompositionen wird mit vier Seilschleifen sichergestellt. Diese werden in den beiden Tunneln von zwei Motoren à 465 kW und in den Langkehren von zwei Motoren à 266 kW angetrieben. Die Verbindung mit dem Zugseil erfolgt pro Fahrgestell mit zwei seitlich hydraulisch horizontal verschiebbarer Klemmen zur Positionierung über dem gewünschten Antriebsseil, das angehoben wird. Sie kann in drei verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden:

- dem Shuttleshuttle (ein Fahrzeug pendelt),
- dem Dualshuttle (zwei Fahrzeuge pendeln)
- oder dem Long Loop (die Fahrzeuge fahren im Kreis)

Aus Komfortgründen wird in der Regel der Long Loop angewendet, bei dem die Passagiere immer auf der gleichen Seite ein und auf der anderen Seite aussteigen. Die maximale Förderkapazität erreicht die Anlage allerdings im Pendelbetrieb (Dualshuttle).

Abbildung 5: Skymetro Zürich Flughafen

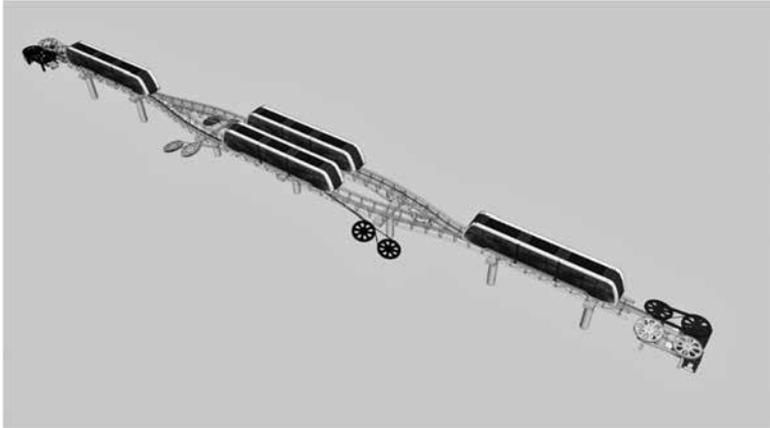


Foto: © BAK / Thomas Batschelet, CH-2505 Biel

Die spurgeführte, seilgezogene Skymetro schwebt knapp über die Betonfahrbahn zwischen dem Airside Center und dem Midfield Dock E.

Der Airport Connector zwischen dem Oakland International Airport und der Coliseum Station bildet den Anschluss ans öffentliche Verkehrsnetz der BART (Bay Area Rapid Transit), dem Schnellbahnsystem im Grossraum von San Francisco. Hier besteht das Pinched Loop-System aus einer Doppelfahrbahn entlang der 5,1 Kilometer langen Strecke sowie platzsparenden Einzelfahrbahnen in den Endstationen. Vier aus der Mittelstation angetriebene Seilschleifen bewegen die vier durchgängigen Drei-Wagen-Züge synchronisiert im Kreis. Das Umklemmen, die Übergabe der Züge von einer Seilschleife auf die nächste, erfolgt in der Mittelstation (Wheelhouse) als auch in den Endstationen am stehenden Seil. Bei einer Geschwindigkeit von 14 m/s (50 km/h) und mit einem kurzen Stopp zum Seilwechsel in der Mitte der Strecke, beträgt die Fahrzeit 8,5 Minuten. Die Förderleistung liegt bei 1'500 Passagieren pro Richtung und Stunde.

Abbildung 5: Pinched Loop-System



Quelle: Doppelmayr

Die Strecke zwischen Airport und Coliseum Station ist in zwei Abschnitte aufgeteilt. Dazwischen befindet sich die Antriebsstation (Wheelhouse) für die vier Seilschleifen. Am Wheelhouse und in den Endstationen wechseln die Züge das Seil.

6 Grosser Variantenreichtum

Ist das Seil das verbindende Element aller bisher erstellten People Movers, so ist deren Ausführung sehr verschiedenen – entsprechend den Bedürfnisse der Fahrgäste, den topografischen Gegebenheiten, städtebaulichen Einschränkungen und der Entwicklung der Technologie. Nachfolgend stellen wir einige der herausragenden Systeme mit ihren Einzigartigkeiten vor.

7 Auf Luftkissen schwebend

Sie wird oft als U-Bahn bezeichnet, dabei ist die Dorfbahn Serfaus eine Seilbahn auf Luftkissen: das Vorzeigebeispiel für effiziente Mobilität und Reduzierung des Individualverkehrs in einem besonders sensiblen, alpinen Raum. Entlang der vier Stationen „Parkplatz“, „Kirche“, „Zentrum“ und „Seilbahn“ gelangen die Fahrgäste mit dieser Luftkissenschwebebahn über eine Strecke von 1'280 Meter zu den wichtigen Orten im Dorf. Die bereits 1986 von Waagner Biro (gehört heute zur Leitner ropeways Gruppe) erstellte Anlage wird bis 2019 antriebstechnisch mit dem umweltfreundlichen, kupplungsfreien DirectDrive (die Ausgangswelle des langsam laufenden Synchronmotors ist direkt mit der antreibenden Seilscheibe verbunden)

auf den neusten Stand gebracht und mit modernen dreiteiligen, durchgängigen Wagenzügen ausgestattet. Die neueste Generation der Luftkissentechologie erlaubt die Verbindung von hoher Geschwindigkeit (11 m/s oder 40 km/h), lautlosem Transport und sehr niedrigen Emissionswerten. Die Stationen werden mit Bahnsteigverglasungen und –türen sowie Zugangskontrolleinrichtungen ergänzt. Die Beförderungskapazität steigt von 2'000 auf 3'000 Fahrgäste pro Stunde und Richtung.

Abbildung 6: Luftkissen-Seilbahn in Serfaus-Fiss-Ladis



Quelle: Leitner ropeways

Die Dorfbahn Serfaus schwebt auf Luftkissen und durchquert unterirdisch das autofreie Dorf.

8 Batterie statt dritter Schiene

Vadistanbul heisst die neueste Stadtentwicklung am Bosphorus: Zwei Milliarden Euro flossen in den Bau des grössten Bürokomplexes in der Türkei mit Einkaufszentren, Eigentumswohnungen und Hotels. Das neue Geschäfts- und Wohnviertel wird seit 2017 mit einer Standseilbahn des Schweizer Spezialisten Bartholet Seilbahnen mit dem U-Bahnsystem Istanbul verbunden. Herausfordernd waren anspruchsvolle Streckenführung mit Steigungen und Senkungen sowie einige Kurven. Als Novum gilt die elektrische Versorgung der beiden pendelnden Fahrzeuge – Innen- und Aussenbeleuchtung, Ventilation, Bildschirme, Lautsprecher und Sicherheitselemente – durch Supercap Batterien statt einer parallel zum Fahrweg verlaufende Stromschiene. Die Förderleistung beträgt 3'500 Personen pro Stunde je Richtung, die Fahrgeschwindigkeit 7 m/s oder 25 km/h.

Abbildung 7: People Mover in Istanbul



Foto: Bartholet Seilbahnen

Der People Mover von Bartholet fährt ohne dritte Schiene für die Stromversorgung – diese geschieht direkt ab Supercap Batterien an Bord.

9 PPP für Pisa People Mover

Am 18. März 2017 nahm der PisaMover zwischen dem Flughafen Galileo Galilei und dem Hauptbahnhof im Stadtzentrum den Betrieb auf. Die Fahrzeit über die Strecke von 1'760 Meter beträgt fünf Minuten und die Geschwindigkeit 40 km/h. Die spurgeführte Pneubahn mit Seilantrieb umfasst zwei Züge aus drei miteinander verbundenen Kabinen für je 107 Passagiere. Der PisaMover wurde als Public-Private-Partnership durch Leitner ropeways und der Baufirma Condotte d'Acqua realisiert. Das PPP-Projekt umfasst Planung, Bau der Bahn inklusive gesamter Infrastruktur sowie des Betriebs einschliesslich des Pendlerparkplatzes für 1'400 PKW bei der Mittelstation. Die Konzession läuft über 33 Jahre und wird anschliessend an die Gemeinde Pisa übertragen. Die Kosten betragen 72 Mio. Euro, wovon die EU 21 Mio. übernahm. Pro Jahr werden zwei Millionen Passagiere erwartet.

Abbildung 8: PisaMover - MiniMetro



Foto: Leitner ropeways

Der dreiteilige Pisa Mover verbindet den Hauptbahnhof via einen Grossparkplatz mit dem Flughafen.

10 Im Minutentakt ins historische Perugia

Die mittelalterliche, auf einer Anhöhe stehende Stadt Perugia verfolgt seit Anfang der 1970er Jahre ein Verkehrskonzept, das den motorisierten Individualverkehr drastisch beschränkt; für Reisebusse besteht gar ein generelles Einfahrverbot. Als Alternativen bestehen Buslinien und der Minimetrol genannte People Mover. Sie wird ergänzt durch Rolltreppen und Aufzüge, welche die Fahrgäste zu und von den Haltepunkten der Minimetrol befördern. Die Linie ist vier Kilometer lang, verbindet die westlichen Vororte mit der Altstadt und bindet den Bahnhof der FS an der Strecke Foligno–Terontola an. An der westlichen Endstation liegt ein Parkplatz mit 3'000 Stellplätzen für Autos und Reisebusse. Hier steigen die Altstadtbesucher auf die Minimetrol um. Zu den Eigenheiten dieser bereits seit Januar 2008 in Betrieb stehenden Anlage von Leitner ropeways gehören aufgeständerte Abschnitte und ein Tunnel unter der Altstadt. Der vollautomatische People Mover verfügt über eine doppelspurige, eigene Fahrbahn. Die 25 Fahrzeuge für bis zu zwanzig Passagiere werden durch ein endlos umlaufendes Stahlseil gezogen. Nähern sie sich einer der sieben Stationen, klinken sie sich aus dem Seilbetrieb aus und werden von seitlich der Fahrbahn angebrachten, sich drehenden Gummirädern aufgefangen und bis zum Stillstand abgebremst. Bei der Wegfahrt setzen sich die Gummiräder wieder in Bewegung und beschleunigen das Fahrzeug auf die Geschwindigkeit des Zugseils, an das sich das Fahrzeug mit einer automatischen Kupplung einklinkt.

Die Fahrzeuge können abhängig von der jeweils erforderlichen Kapazität eingesetzt werden. Der Mindestabstand der Fahrzeuge liegt bei einer Minute, im Normalbetrieb etwa bei 2½ Minuten.

Abbildung 9: MiniMetro Perugia



Foto: Leitner ropeways

Ein Einzelfahrzeug der MiniMetro vor dem historischen Stadtkern auf dem Hügel von Perugia.

11 Zubringer nach Venedig

Die Lagunenstadt muss mit einem gewaltigen Verkehrsaufkommen fertig werden. Zu den üblichen Verkehrsströmen in und um die Provinzhauptstadt kommen jährlich 15 Mio. Touristen! Die Automobilflut lässt sich nicht mehr in den beiden Parkgaragen auf der Piazzale Roma unterbringen. So beschloss die Stadtverwaltung den Bau eines Cable Liner Shuttles als neue Verkehrsverbindung zwischen der Insel Tronchetto mit zwei grossen Parkhäusern und der Piazzale Roma am Rand der Altstadt mit der Mittelstation Marittima in unmittelbarer Nähe des Passagierterminals von einem der grössten Kreuzfahrthäfen im Mittelmeerraum. Der „People Mover“, wie ihn die Venezianer heute kurz und bündig nennen, ist im Regelbetrieb täglich von 6 bis 23 Uhr in Betrieb, befördert 3'000 Fahrgäste pro Stunde und Richtung und benötigt drei Minuten, um die Distanz von knapp 900 Meter inklusive den Stopp zu überwinden.

Abbildung 10: Venedigs Cable Liner



Foto: Doppelmayr

Parkplatz auf der Insel Tronchetto – Kreuzfahrtterminal – Piazzale Roma heissen die drei Stationen des Cable Liners in Venedig.

12 Link zum London Luton Airport

Die Heimbasis des Tiefpreisfliegers easyJet in London Luton rund fünfzig Kilometer nördlich des Stadtzentrums erhält eine bessere Anbindung namens DART – Direct Air Rail Transit – ans nationale Bahnnetz nach London St. Pancras International und Sheffield. Sie verbindet das Flughafengebäude mit der nächstgelegenen, knapp zwei Kilometer entfernten Station Luton Airport Parkway und ersetzt stauanfällige Busshuttles. Zu Spitzenzeiten soll alle vier Minuten ein Cable Liner-Zug verfügbar sein. Ersteller ist Doppelmayr Cable Car UK Limited, welche den Betrieb der Anlage ab 2021 während mindestens fünf Jahren sicherstellen wird. Für Doppelmayr ist Luton der zweite Flughafen in Grossbritannien, der ein vollautomatisiertes, fahrerloses Transportmittel für seine Passagiere einsetzt: Der Air-Rail Link in Birmingham ist schon seit 2003 in Betrieb.

Abbildung 11: Flughafenterminal → Bahnstation



Quelle: Doppelmayr

Der Direct Air Rail Transit DART wird ab 2021 das Flughafenterminal von Luton mit der nächstgelegenen Bahnstation Parkway für einen raschen und staufreien Transfer nach London verbinden.

13 Fazit: Potenzial für mehr Lebensqualität

Ein modernes Stadtmanagement erwartet von seinem öffentlichen Verkehrssystem ein zügiges und pünktliches Bewegen der Bewohner und Besucher. Gleichzeitig soll es die Umwelt möglichst wenig belasten und mit der bestehenden Architektur harmonisieren. Die Investitionen in die Mobilität soll das Budget nicht lähmen und der Betrieb dieses nicht übermässig belasten. Es gilt also, Lebensqualität zu schaffen und gleichzeitig Effizienz zu produzieren. Seilgezogene Transportsysteme – Cable Liners, People Movers, Mini Metros und auch Seilbahnen in der Luft – erfüllen diese Anforderungen.

Verkehrsplaner müssen mit den vorhandenen Rahmenbedingungen umgehen: Terrain, Bebauung, wachsende Umwelt-Sensibilität und Kostendruck. Technologieplattformen wie Automated People Movers können diese lösen: Auf Strecken bis zu knapp zehn Kilometer im urbanen Bereich bieten sie Förderkapazität zwischen Bus und Strassenbahnen. Dabei verbrauchen sie vergleichsweise wenig Platz, benötigen wenig Energie, verursachen kaum Umweltbelastungen und durch ihre extreme Steigfähig- und Kurvengängigkeit überwinden sie topografische

Herausforderungen, die andere Verkehrssysteme nicht oder nur mit grossem Aufwand schaffen.

Die mittlerweile weltweiten Erfahrungen der drei Seilbahnbauer zeigen, dass nach einer Phase der Skepsis bei der Planung von seilgezogenen Verkehrssystemen zur Personenbeförderung, diese durch das Publikum eine hohe Akzeptanz erfahren. Stationen – und ganz besonders wenn sie noch von einer Stararchitekten wie Zaha Hadid (Hungerburgbahn in Innsbruck) oder Stararchitekten wie Francesco Cocco (Venedig) und Jean Nouvel (Stationen und Strecke in Perugia) gestaltet sind - entwickeln sich zu neuen touristischen Anziehungspunkten und Mikrokosmen: Sie ziehen Kleinbetriebe, Verpflegungsstätten an und werden zu Begegnungsorten, in denen sogar medizinische Versorgung und Schulungsräumlichkeiten Platz finden.

Abbildung 12 Über dem Stau in Vadistanbul



Foto: Bartholet Seilbahnen

Der People Mover in Vadistanbul ist von Anfang an integraler Teil zur Erschliessung des neuen Stadtviertels am Bosphorus.

14 Die historischen Cable Cars von San Francisco

Die San Francisco Cable Cars sind eine Seilstrassenbahn und die einzige verbliebene auf der Welt mit entkoppelbaren Wagen. Am 1. September 1873 startete die Clay-Street-Linie den öffentlichen Betrieb. Ende des neunzehnten Jahrhunderts umfasste das Cable Car Netz 23 Linien unterschiedlicher Gesellschaften - aus Konkurrenzüberlegungen waren die Spurweiten aller Betreiber verschieden, so dass ein Betrieb der Fahrzeuge auf den Strecken der Mitbewerber nicht möglich war! Mit dem Einzug der elektrischen Strassenbahnen wurden mehrere Linien um-

gestellt, da die Strassenbahnen deutlich schneller waren als die Strassenbahnwagen. Das grosse Erdbeben von San Francisco zerstörte am 18. April 1906 praktisch alle Cable-Car-Linien. Beim Wiederaufbau wurden, wo möglich, elektrische Strassenbahnen gebaut. Die Cable Cars blieben nur auf den steilsten Strecken des Netzes bestehen, so dass 1912 nur noch acht Cable Car-Linien in Betrieb waren. Ihre Steigungen waren für elektrische Strassenbahnen zu gross. In den 1920er- und 1930er-Jahren kamen jedoch auch diese unter Druck, da nun leistungsfähigere Dieselmotoren beziehungsweise elektrische Oberleitungsbusse verfügbar wurden, die auf den steilen Strassen eingesetzt werden konnten. 1944 waren nur noch zwei Linien der Powell Street und drei der California Cable Car in Betrieb.

Abbildung 13: Cable Car & Power House



Foto: Jürg D. Lüthard

Ein Cable Car fährt am zentralen Powerhouse vorbei, von dem aus die Seile der drei verbliebenen Linien angetrieben werden. Die Anlage ist öffentlich zugänglich und beherbergt auch das Cable Car Museum.

1982 wurden die Cable Cars stillgelegt und sämtliche Gleisanlagen inklusive der Seilkanäle erneuert, das zentrale Maschinenhaus entkernt und mit neuen Antrieben ausgerüstet. Dazu wurden 37 Wagen restauriert oder neu gebaut. Am 21. Juni 1984 fand die feierliche Wiedereröffnung der drei Linien statt: The Powell-Mason (Linie 59), The Powell-Hyde (Linie 60) und The California Street (Linie 61).

Bei den Kabelbahnen von San Francisco läuft das Seil in einem Graben unterhalb der Strasse. Der Gripman im Wagen greift das Seil mit einer Spannklaue durch einen Schlitz in der Fahrbahn. Das Seil ist endlos umlaufend und bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit von 15,3 km/h, was gleichzeitig die Höchstgeschwindigkeit für die Cable Cars bedeutet. Am Ende der Linien 59 und 60 wird der Wagen auf einer Drehscheibe gedreht und fährt auf dem Gegengleis mit dem rücklaufenden Seil zurück. Um auf Drehscheiben verzichten zu können, kommen auf der California-Street-Line Zweirichtungswagen mit zwei Spannklaue zum Einsatz. Am Streckenende wechseln sie mittels einer einfachen Weiche auf das Gegengleis (Quelle: Wikipedia D & E).

15 Sonderfall Schrägaufzug

Ebenfalls am Seil hängen Schrägaufzüge. Sie bedienen sich der Technologie des Fahrstuhls oder Lifts und verfügen über ein Gegengewicht. Ihr optimaler Einsatzbereich sind kurze und steile Strecken. Dank der integralen Automatisierung ist kein Bedienungspersonal notwendig. Ein bekanntes Beispiel für einen Schrägaufzug ist die vollautomatische Bahn auf den Pariser Montmartre. Zwei getrennt laufende Wagen mit einer Kapazität von je 60 Personen transportieren bis zu 3000 Passagiere pro Stunde auf den berühmten Hügel und bieten dabei durch ihre verglasten Dächer einen atemberaubenden Blick auf die Basilika Sacré-Coeur. Die unabhängig voneinander fahrenden Wagen haben den Vorteil, dass sie sich entsprechend dem Verkehrsaufkommen besser einsetzen lassen als eine Pendelanlage: Bei wenig Passagieren fährt nur ein Wagen und steht eine Revision an, bleibt das andere Fahrzeug verfügbar.

Abbildung 14: Schrägaufzug in Paris



Foto: homeselect.paris

Der Schrägaufzug vom Montmartre zur Kathedrale von Sacré-Coeur verfügt über zwei unabhängig voneinander fahrende Wagen auf jeweils durchgehender Eigentrasse.



Bestellformular Schweizer Jahrbuch für Verkehr 2018

Inhaltsverzeichnis:

Klaus Dörnenburg

Untersuchungen zum alpenquerenden Güterverkehr im europäischen Kontext

Carsten Hagedorn

Potenziale des Fuss- und Veloverkehrs für eine qualitätsvolle Siedlungsentwicklung nutzen

Thomas Isenmann, Daniel Haltner

Europaweite Neugestaltung des Trassenvergabeprozesses

Kurtz Metz

Über den Strassenstau hinweg – Öffentlicher spurgeführter Verkehr am Seil

Stefan Rieder, Zilla Roose, Kristin Thorshaug

Evaluation 2017 der Leistungsvereinbarungen zwischen dem Bund und den Infrastrukturbetreiberinnen

Roger Sonderegger, Sebastian Imhof, Widar von Arx, Jonas Fröhlicher, Markus Maibach

Selbstfahrende Fahrzeuge und öffentlicher Verkehr: Konkurrenz oder Ergänzung?

Philipp Gunziger, Erik Linden, Andreas Wittmer

Das System Elektromobilität – Eine qualitativ-systemische Analyse der Einflussfaktoren auf die Elektromobilität in der Schweiz

-
- Bestellung gegen Rechnung zum Preis von Fr. 46.- (Autoren, Förderer: Fr. 36.-) + Verpackung und Porto
 - Ich möchte in Zukunft dieses Jahrbuch unaufgefordert (bis auf Widerruf) erhalten.

Name, Vorname: _____

Institution/Unternehmung: _____

Adresse: _____

Datum, Unterschrift: _____

Email: _____

Post: IMP-HSG, Nicole Denk, Dufourstrasse 40a, 9000 St. Gallen

Email: nicole.denk@unisg.ch