

# Die Bahn im Spannungsfeld künftiger Mobilitätsangebote Workshop

**Presentation**

**Author(s):**

Weidmann, Ulrich

**Publication date:**

2017-12-07

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000228451>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

# Die Bahn im Spannungsfeld künftiger Mobilitätsangebote - Workshop

Deutsche Bahn AG, Konzernbevollmächtigter für Baden-  
Württemberg

Prof. Dr. Ulrich Weidmann  
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme  
Stuttgart, 7. Dezember 2017



# Inhaltsübersicht

- **Vision Mobilität Schweiz 2050**
- **Autonome Autos: Die andere Bahn der Zukunft?**
- **Potentiale der Bahn der Zukunft**
- **Automation des öffentlichen Strassenverkehrs**
- **Netzplanung mit autonomen Bussen, Fallstudie Kanton Zug**
- **Synthese**



4 Inhalts-, Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

---

## Inhaltsverzeichnis

---

Inhaltsverzeichnis	4	
Abbildungsverzeichnis	5	
Tabelleverzeichnis	5	
Management Summary „Vision Mobilität Schweiz 2050“	8	

<h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">14</h1> <p><b>1 MOTIVATION, ZIELSETZUNG UND VORGEHEN</b></p> <p>1.1 Mobilität und Verkehr im Wandel 14</p> <p>1.2 Zielsetzung, zentrale Begriffe und Aufbau der Untersuchung 16</p>	<h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">26</h1> <p><b>2 ENTWICKLUNG EINES REFERENZSZENARIOS</b></p> <p>2.1 Ausgangslage 26</p> <p>2.2 Entwicklungsansätze und wichtige Trends im Schweizer Verkehr 30</p> <p>2.3 Referenzszenario Mobilität Schweiz für das Jahr 2050 44</p> <p>2.4 Zwischenfazit – Handlungsbedarf für die Verkehrspolitik! 46</p>	<h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">64</h1> <p><b>3 EMPFEHLUNGEN ZUR UMSETZUNG DER VISION MOBILITÄT SCHWEIZ 2050</b></p> <p>3.1 Gegenüberstellung von Referenzszenario und Visionsszenario 64</p> <p>3.2 Konkrete Handlungsempfehlungen zur Erreichung Vision Mobilität Schweiz 2050 65</p>
<h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">20</h1> <p><b>2 MOBILITÄT IN DER SCHWEIZ – BETRACHTUNGSFOKUS UND STUDIENDESIGN</b></p> <p>2.1 Betrachtungsfokus Mobilität in der Schweiz 20</p> <p>2.2 Untersuchungsmethodik und Expertise 23</p>	<h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">48</h1> <p><b>4 ENTWICKLUNG EINER VISION FÜR DIE MOBILITÄT IN DER SCHWEIZ IM JAHR 2050</b></p> <p>4.1 Werteverständnis als Grundlage der Visionentwicklung 48</p> <p>4.2 Zielkriterien der Mobilität der Zukunft 51</p> <p>4.3 Vom Visionsszenario zu den Themen 54</p> <p>4.4 Zusammenfassung: Vision Mobilität Schweiz 2050 62</p>	<h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">76</h1> <p><b>6 VON DER VISION ZUR UMSETZUNG</b></p> <p>Literaturverzeichnis 78</p>

# Trägerschaft



# Motivation zur Erarbeitung einer Vision 2050

- **Hochwertige Verkehrssysteme auf zeitgemäßem Niveau sind ein Grundpfeiler jeder modernen Gesellschaft.**
- **In der Verkehrspolitik überwiegt ein nach Verkehrsträgern sowie nach Personen- und Güterverkehr getrenntes Planen und Entscheiden.**
- **Es besteht Notwendigkeit eines integrativen Ansatzes zur Gestaltung eines multimodalen Verkehrssystems.**
- **Technologische Entwicklungen werden Verkehr revolutionieren – die aktuelle Planung folgt dagegen noch konventionellen Pfaden.**
- **Der Horizont heutiger Planungsvorhaben geht bis maximal 2035 – für umfassende Infrastrukturprojekte zu kurz! Höchste Zeit, sich mit der Mobilität 2050 zu beschäftigen!**

## Ziel des partnerschaftlichen Projektes:

**Gemeinsame, d.h. verkehrsträger- und aktorsübergreifende Vorstellung zur zukünftigen Ausgestaltung von Mobilität in der Schweiz mit Horizont 2050**



# Thesen zur Mobilität 2050

## 1. INTERNATIONALE EINBINDUNG

- 1.1 Das Schweizer Verkehrssystem ist integraler Bestandteil eines international harmonisierten Verkehrssystems.
- 1.2 Es gibt einen internationalen Standard bezüglich Datenformat, Datenaustausch und Datenschutz.

## 2. GESELLSCHAFT & RECHT

- 2.1 Die Automatisierung der Verkehrssysteme bewirkt einen strukturellen Wandel der Berufsbilder im Verkehrsbereich.
- 2.2 Die Akzeptanz für neue Mobilitätskonzepte ist gesellschaftlich weitgehend gegeben.
- 2.3 Die Nutzung der Verkehrssysteme ist für alle weitgehend ohne Hilfe möglich.
- 2.4 Die Nutzung der Verkehrssysteme ist bezahlbar.
- 2.5 Die Sammlung, Übermittlung und Auswertung von Verkehrsdaten zur Kapazitätsplanung werden von den Verkehrsteilnehmern akzeptiert.
- 2.6 Eine anonyme Nutzung der Verkehrssysteme ist möglich.
- 2.7 Es gibt ein Recht auf vollumfängliche Datenlöschung sowie Dateneinsicht personenbezogener Daten.

## 3. RESSOURCEN, RAUM & ENERGIE

- 3.1 Mit knappen Ressourcen wird verantwortungsbewusst umgegangen.
- 3.2 Die Siedlungsstrukturen ermöglichen kurze Wege im Alltag.
- 3.3 Die Antriebsenergie stammt überwiegend aus erneuerbaren Energien.
- 3.4 Der Landverkehr erfolgt weitgehend emissionsfrei.

## 4. NACHFRAGE

- 4.1 Nachfragesteuerung findet zeitlich, räumlich und organisatorisch differenziert statt.
- 4.2 Die durchschnittliche Distanz der täglichen Mobilität ist erheblich reduziert.

## 5. FINANZIERUNG

- 5.1 Das Schweizer Verkehrssystem trägt sich als Ganzes finanziell selbst und ist in ein europäisches Regelwerk eingebunden.
- 5.2 Die Nutzung von Mobilitätsangeboten hat einen Preis, der die Kosten widerspiegelt.
- 5.3 Bei der Ermittlung der von Nutzern zu tragenden Betriebskosten des Verkehrssystems werden auch die externen Kosten einbezogen.
- 5.4 Nicht wirtschaftlich-motivierte Vergünstigungen bei den Nutzerpreisen werden abgegolten.

# Thesen zur Mobilität 2050

---

## 6. PLANUNG & ORGANISATION

- 6.1 Jeder Verkehrsträger wird nach seinen Stärken eingesetzt und ist mit den anderen Verkehrsträgern vernetzt.
- 6.2 Die Verursacher von Verkehr leisten einen Beitrag zur Reduktion von Verkehrsspitzen.
- 6.3 Güter- und Personenverkehr werden grundsätzlich gleichwertig behandelt.
- 6.4 Planungs- und Genehmigungsverfahren sind im Hinblick auf Trends und Techniken flexibilisiert.

---

## 7. INFRASTRUKTUR

- 7.1 Mensch und Umwelt werden durch die Infrastruktur nicht belastet.
- 7.2 Erstinvestitionen in die Infrastruktur werden vorwiegend aus Steuermitteln finanziert, Ersatzinvestitionen und Unterhalt sind durch die Nutzer der Verkehrssysteme zu leisten.
- 7.3 Öffentliche Mobilitätsleistungen sind für alle Personen zugänglich.

---

## 8. ANGEBOT

- 8.1 Anbieter mit neuen Geschäftsmodellen und neuen Verkehrsträgern erweitern das Mobilitätsangebot und sind in das Gesamtsystem integriert.
- 8.2 Neue Angebotsformen ermöglichen eine flexiblere und effizientere Nutzung von Mobilität als Dienstleistung.
- 8.3 Planung und Organisation von Mobilitätsleistungen laufen über offene ICT-Plattformen integriert, transparent, mobil und benutzerfreundlich.
- 8.4 Der Zugang zu bestehenden Verkehrssystemen und Infrastrukturen ist für Anbieter und Nutzer gewährleistet.

---

## 9. BETRIEB

- 9.1 Unterhalt und Betrieb erfolgen durch effiziente, vorwiegend privatwirtschaftliche Organisationsformen.
  - 9.2 Die Sicherheit (Security) der Nutzer von Verkehrssystemen ist weitgehend gewährleistet.
  - 9.3 Vision Zero bezüglich Unfälle ist bei allen Verkehrssystemen weitestgehend umgesetzt.
  - 9.4 Die Kapazitäten von Transporteinheiten im Personen- und Güterverkehr sind flexibilisiert.
  - 9.5 Die Kapazitäten der Verkehrssysteme werden intermodal betrieben und optimiert.
  - 9.6 Fahrzeuge sind untereinander und mit Leitsystemen vernetzt, um den Betrieb zu optimieren.
  - 9.7 Der Verkehr ist technisch weitgehend automatisiert. Autonome und vernetzte Systeme haben sich grösstenteils durchgesetzt.
  - 9.8 Anonymisierte Bewegungsdaten sind frei zugänglich.
-



1. INTERNATIONALE EINBINDUNG

- 1.1 Das Schweizer Verkehrssystem ist integraler Bestandteil eines international harmonisierten Verkehrssystems.
- 1.2 Es gibt einen internationalen Standard bezüglich Datenformat, Datenaustausch und Datenschutz.

2. GESELLSCHAFT & RECHT

- 2.1 Die Automatisierung der Verkehrssysteme bewirkt einen strukturellen Wandel der Berufsbilder im Verkehrsbereich.
- 2.2 Die Akzeptanz für neue Mobilitätskonzepte ist gesellschaftlich weitgehend gegeben.
- 2.3 Die Nutzung der Verkehrssysteme ist für alle weitgehend ohne Hilfe möglich.
- 2.4 Die Nutzung der Verkehrssysteme ist bezahlbar.
- 2.5 Die Sammlung, Übermittlung und Auswertung von Verkehrsdaten zur Kapazitätsplanung wird von den Verkehrsteilnehmern akzeptiert.
- 2.6 Eine anonyme Nutzung der Verkehrssysteme ist möglich.
- 2.7 Es gibt ein Recht auf vollumfängliche Datenlöschung sowie Daten...

3. RESSOURCEN, RAUM & ENERGIE

- 3.1 Mit knappen Ressourcen wird verantwortungsbewusst umgegangen.
- 3.2 Die Siedlungsstrukturen ermöglichen kurze Wege.
- 3.3 Die Antriebsenergie stammt überwiegend aus erneuerbaren Energien.
- 3.4 Der Landverkehr erfolgt weitgehend...

4. NACHFRAGE

- 4.1 Nachfragesteuerung führt zu einer effizienteren Nutzung der Kapazitäten.
- 4.2 Die durchschnittliche Wartezeit ist reduziert.

5. FINANZIERUNG

- 5.1 Das Verkehrssystem wird selbst und ist in ein europäisches Regelwerk eingebunden.
- 5.2 Der Preis, der die Kosten widerspiegelt, ist transparent.
- 5.3 Die tragenden Betriebskosten des Verkehrssystems werden auch die externen Kosten abgedeckt.
- 5.4 Die durch staatliche Vergünstigungen bei den Nutzerpreisen werden abgegolten.

«Der Verkehr ist weitgehend automatisiert. Autonome und vernetzte Systeme haben sich grösstenteils durchgesetzt.»



9. BETRIEB

- 9.1 Unterhalt und Betrieb erfolgen durch...
- 9.2 Die Sicherheit (Security) der Nutzer vor...
- 9.3 Vision Zero bezüglich Unfälle ist bei a...
- 9.4 Die Kapazitäten von Transporteinheiten...
- 9.5 Die Kapazitäten der Verkehrssysteme w...
- 9.6 Fahrzeuge sind untereinander und mit...
- 9.7 Der Verkehr ist technisch weitgehend a...
- 9.8 Anonymisierte Bewegungsdaten sind frei zugänglich.

<b>1. INTERNATIONALE EINBINDUNG</b>	1.1 Das Schweizer Verkehrssystem ist integraler Bestandteil eines international harmonisierten Verkehrssystems.
	1.2 Es gibt einen internationalen Standard bezüglich Datenformat, Datenaustausch und Datenschutz.
<b>2. GESELLSCHAFT &amp; RECHT</b>	2.1 Die Automatisierung der Verkehrssysteme bewirkt einen strukturellen Wandel der Berufsbilder im Verkehrsbereich.
	2.2 Die Akzeptanz für neue Mobilitätskonzepte ist gesellschaftlich weitgehend gegeben.
	2.3 Die Nutzung der Verkehrssysteme ist für alle weitgehend ohne Hilfe möglich.
	2.4 Die Nutzung der Verkehrssysteme ist bezahlbar.
	2.5 Die Sammlung, Übermittlung und Auswertung von Verkehrsdaten zur Kapazitätsplanung wird von den Verkehrsteilnehmern akzeptiert.
	2.6 Eine anonyme Nutzung der Verkehrssysteme ist möglich.
	2.7 Es gibt ein Recht auf vollumfängliche Datenlöschung sowie Datenanonymisierung.
<b>3. RESSOURCEN, RAUM &amp; ENERGIE</b>	3.1 Mit knappen Ressourcen wird verantwortungsbewusst umgegangen.
	3.2 Die Siedlungsstrukturen ermöglichen kurze Wege.
	3.3 Die Antriebsenergie stammt überwiegend aus erneuerbaren Energien.
	3.4 Der Landverkehr erfolgt weitgehend auf Schienen.
<b>4. NACHFRAGE</b>	4.1 Nachfragesteuerung führt zu einer effizienteren Nutzung der Kapazitäten.
	4.2 Die durchschnittliche Wartezeit ist reduziert.
<b>5. FINANZIERUNG</b>	5.1 Das Verkehrssystem wird selbst und ist in ein europäisches Regelwerk eingebunden.
	5.2 Die zu tragenden Betriebskosten des Verkehrssystems werden auch die externen Kosten des Verkehrs abgedeckt. Eventuelle Vergünstigungen bei den Nutzerpreisen werden abgegolten.

**«Anbieter mit neuen Geschäftsmodellen und neuen Verkehrsträgern erweitern das Mobilitätsangebot und sind in das Gesamtsystem integriert.»**



<b>8. VERKEHRSSYSTEM</b>	8.1 Die Planung und Organisation von Mobilitätsleistungen ist mobil und benutzerfreundlich.
	8.2 Die Mobilitätsleistungen sind flexibel und erweiterbar.
	8.3 Der Zugang zu bestehenden Verkehrssystemen ist erleichtert.
	8.4 Der Zugang zu bestehenden Verkehrssystemen ist erleichtert.
<b>9. BETRIEB</b>	9.1 Unterhalt und Betrieb erfolgen durch effiziente Prozesse.
	9.2 Die Sicherheit (Security) der Nutzer von Verkehrssystemen ist gewährleistet.
	9.3 Vision Zero bezüglich Unfälle ist bei allen Verkehrssystemen verankert.
	9.4 Die Kapazitäten von Transporteinheiten im Verkehrssystem sind optimal genutzt.
	9.5 Die Kapazitäten der Verkehrssysteme werden optimal genutzt.
	9.6 Fahrzeuge sind untereinander und mit Leitplanken kompatibel.
	9.7 Der Verkehr ist technisch weitgehend automatisiert und wird sich grösstenteils durchgesetzt.
	9.8 Anonymisierte Bewegungsdaten sind frei zugänglich.



**1. INTERNATIONALE EINBINDUNG**

- 1.1 Das Schweizer Verkehrssystem ist integraler Bestandteil eines international harmonisierten Verkehrssystems.
- 1.2 Es gibt einen internationalen Standard bezüglich Datenformat, Datenaustausch und Datenschutz.

**2. GESELLSCHAFT & RECHT**

- 2.1 Die Automatisierung der Verkehrssysteme bewirkt einen strukturellen Wandel der Berufsbilder im Verkehrsbereich.
- 2.2 Die Akzeptanz für neue Mobilitätskonzepte ist gesellschaftlich weitgehend gegeben.
- 2.3 Die Nutzung der Verkehrssysteme ist für alle weitgehend ohne Hilfe möglich.
- 2.4 Die Nutzung der Verkehrssysteme ist bezahlbar.
- 2.5 Die Sammlung, Übermittlung und Auswertung von Verkehrsdaten zur Kapazitätsplanung wird von den Verkehrsteilnehmern akzeptiert.
- 2.6 Eine anonyme Nutzung der Verkehrssysteme ist möglich.
- 2.7 Es gibt ein Recht auf vollumfängliche Datenlöschung sowie Datenanonymisierung.

**3. RESSOURCEN, RAUM & ENERGIE**

- 3.1 Mit knappen Ressourcen wird verantwortungsbewusst umgegangen.
- 3.2 Die Siedlungsstrukturen ermöglichen kurze Wege.
- 3.3 Die Antriebsenergie stammt überwiegend aus erneuerbaren Energien.
- 3.4 Der Landverkehr erfolgt weitgehend über öffentliche Verkehrsmittel.

**4. NACHFRAGE**

- 4.1 Nachfragesteuerung führt zu einer effizienteren Nutzung der Kapazitäten.
- 4.2 Die durchschnittliche Reisezeit wird durch die Automatisierung reduziert.

**5. FINANZIERUNG**

- 5.1 Das Schweizer Verkehrssystem ist selbstständig und ist in ein europäisches Regelwerk eingebunden.
- 5.2 Der Preis, der die Kosten widerspiegelt, ist für die Nutzer der Verkehrssysteme tragbar.
- 5.3 Die externen, durch den Staat zu tragenden Betriebskosten des Verkehrssystems werden auch die externen Kosten des Verkehrs abgedeckt.
- 5.4 Die externen Kosten des Verkehrs werden durch die Nutzer der Verkehrssysteme abgedeckt.
- 5.5 Die externen Kosten des Verkehrs werden durch die Nutzer der Verkehrssysteme abgedeckt.
- 5.6 Die externen Kosten des Verkehrs werden durch die Nutzer der Verkehrssysteme abgedeckt.
- 5.7 Die externen Kosten des Verkehrs werden durch die Nutzer der Verkehrssysteme abgedeckt.
- 5.8 Die externen Kosten des Verkehrs werden durch die Nutzer der Verkehrssysteme abgedeckt.

**9. BETRIEB**

- 9.1 Unterhalt und Betrieb erfolgen durch effiziente Prozesse.
- 9.2 Die Sicherheit (Security) der Nutzer von Verkehrssystemen ist gewährleistet.
- 9.3 Vision Zero bezüglich Unfälle ist bei allen Verkehrssystemen angestrebt.
- 9.4 Die Kapazitäten von Transporteinheiten sind optimal genutzt.
- 9.5 Die Kapazitäten der Verkehrssysteme werden optimal genutzt.
- 9.6 Fahrzeuge sind untereinander und mit den Verkehrssystemen kompatibel.
- 9.7 Der Verkehr ist technisch weitgehend automatisiert.
- 9.8 Anonymisierte Bewegungsdaten sind frei zugänglich.

**«Die Automatisierung der Verkehrssysteme bewirkt einen strukturellen Wandel der Berufsbilder im Verkehrsbereich.»**



1. INTERNATIONALE EINBINDUNG	1.1 Das Schweizer Verkehrssystem ist integraler Bestandteil eines international harmonisierten Verkehrssystems.
	1.2 Es gibt einen internationalen Standard bezüglich Datenformat, Datenaustausch und Datenschutz.
2. GESELLSCHAFT & RECHT	2.1 Die Automatisierung der Verkehrssysteme bewirkt einen strukturellen Wandel der Berufsbilder im Verkehrsbereich.
	2.2 Die Akzeptanz für neue Mobilitätskonzepte ist gesellschaftlich weitgehend gegeben.
	2.3 Die Nutzung der Verkehrssysteme ist für alle weitgehend ohne Hilfe möglich.
	2.4 Die Nutzung der Verkehrssysteme ist bezahlbar.
	2.5 Die Sammlung, Übermittlung und Auswertung von Verkehrsdaten zur Kapazitätsplanung werden von Verkehrsteilnehmern akzeptiert.
	2.6 Eine anonyme Nutzung der Verkehrssysteme ist möglich.
	2.7 Es gibt ein Recht auf vollumfängliche Datenlöschung sowie Dateneinsicht.
3. RESSOURCEN, RAUM & ENERGIE	3.1 Mit knappen Ressourcen wird verantwortungsbewusst umgegangen.
	3.2 Die Siedlungsstrukturen ermöglichen kurze Wege im Alltag.
	3.3 Die Antriebsenergie stammt überwiegend aus erneuerbaren Energien.
	3.4 Der Landverkehr erfolgt weitgehend emissionsfrei.
4. NACHFRAGE	4.1 Nachfragesteuerung findet zeitlich und räumlich differenziert statt.
	4.2 Die durchschnittliche Geschwindigkeit wird durch Verkehrsregeln deutlich reduziert.
5. FINANZIERUNG	5.1 Das Schweizer Verkehrssystem wird finanziell selbst und ist in ein europäisches Regelwerk eingebunden.
	5.2 Der Verkehr hat einen Preis, der die Kosten widerspiegelt.

«Die Kapazitäten der Verkehrssysteme werden intermodal betrieben und optimiert.»

wird nach seinem  
Verkehr leisten  
nverkehr werden  
hmigungsverfahr  
t werden durch  
die Infrastruktur  
die Nutzer der  
tsleistungen sind  
Geschäftsmodell  
n integriert.  
ermöglichen



ermöglichen eine flexiblere und effizientere Nutzung von Mobilität als Dienstleistung.

9. BETRIEB	9.1 Unterhalt und Betrieb erfolgen durch...
	9.2 Die Sicherheit (Security) der Nutzer...
	9.3 Vision Zero bezüglich Unfälle ist be...
	9.4 Die Kapazitäten von Transporteinhei...
	9.5 Die Kapazitäten der Verkehrssysteme...
	9.6 Fahrzeuge sind untereinander und n...
	9.7 Der Verkehr ist technisch weitgehen...
	9.8 Anonymisierte Bewegungsdaten sind frei zugänglich.



# Stossrichtungen zusammengefasst

- **Durchgängiger Einsatz der Informationstechnologie** zur Nutzung und Steuerung der Verkehrssysteme.
- **Kapazitätsbewirtschaftung** der Infrastrukturen durch Steuerungstechnik und Nachfragelenkung, Minimierung baulicher Kapazitätserweiterung.
- **Nachfrageorientierte, intermodale Priorisierung von Infrastrukturvorhaben**; Vermeidung unbegründbarer paralleler Verkehrsträger, Rückbau bei schwacher Nutzung.
- **Internationale Integration der Verkehrssysteme** einschliesslich ihrer Steuerungssysteme sowie der Nutzungsinformationen.
- **Konsequente ökonomische Betrachtung der Verkehrsinfrastrukturen mit Ziel der Vollkostendeckung**; Loslösung von Regional- und Sozialpolitik.



# Autonome Autos – Die „Bahn“ der Zukunft?

## Selbstfahrende öffentliche US- Toyota enthüllt selbstfahrende

Publiziert: 26.06.2015



Die selbstfahrenden Google-Autos sind auf den öffentlichen Strassen im kalifornischen Mountain View unterwegs. (KEYSTONE/FR155217 AP/TONY AVELAR)

San Francisco hat seine Strassen zu kalifornien

Teilen

Mit dem bedeutet Google, dass es soll die Wahrnehmung zu betreiben

Nach Google worden, zuverlässig, sicher sein, der verfügen

Toyota will bis 2020 halbautonome Fahrzeuge anbieten. Doch der japanische Autobauer hat die Entwicklung autonomer Fahrzeuge hinter sich gelassen.



16 Der Lexus GS genannt «Highway» selbstfahrendes Auto präsentiert

Roboterfahrzeuge

## Google-Autos meistern Stra

Der Suchmaschinen-Gigant zeigt, wie seine selbstfahrenden Autos Baustellen erkennen. Offen bleibt der Marktstart.

29.4.2014, 10:59 Uhr



Google-Auto unterwegs in Mountain View (Bild: PD)

Google-Auto

## Zwischen Produkt und Service

Google entwickelt sein selbstfahrendes Auto zum Massenprodukt, wie zuletzt die Rekrutierung des Auto-Experten John Krafcik als Chef des Google-Autoprojekts signalisiert. Der nächste Schritt steht bevor.

von Herbie Schmidt | 1.10.2015, 13:32 Uhr | 2 Kommentare



# Stand der erforderlichen Funktionalitäten

- Tempomat ✓
  - Abstandhaltung ✓
  - Spurassistenten ✓
  - Kollisionswarnsysteme, teilweise mit aktivem Eingriff ✓
  - Parkassistenten ✓
  - Automatische Überwachung des toten Winkels ✓
- Teilfunktionalitäten auf dem Weg zum autonomen Auto verfügbar
- Migration schleichend (und schon im Gang): Teilfunktionalitäten netzweit + Vollfunktionalität auf ausgewählten Netzbereichen



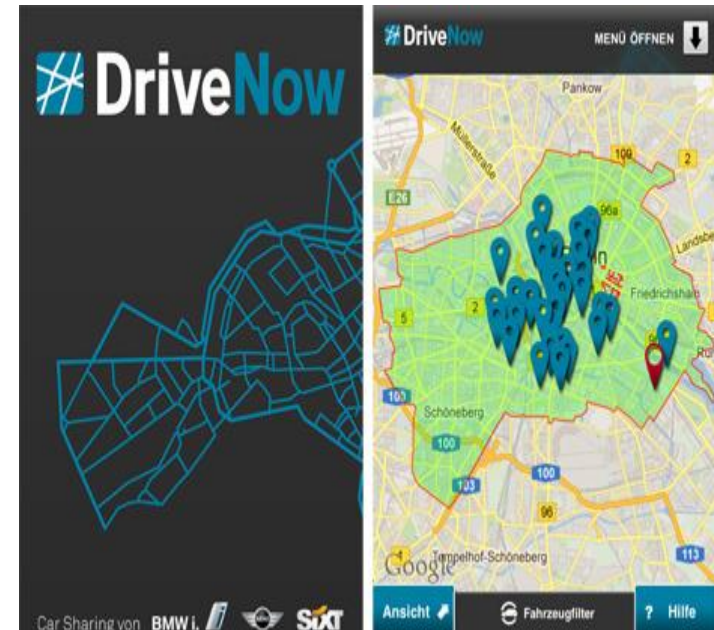
# Szenario 1: Fahrzeuge in Privatbesitz

- Die wichtige ÖV-Kundengruppe der Captive Riders wird markant kleiner.
- Auf Verbindungen, wo der ÖV heute nicht über komparative Vorteile verfügt, wird die Auslastung weiter zurückgehen.
- Kostenstruktur des MIV weitgehend unverändert: hohe Anschaffungskosten, niedrige Grenzkosten
- Auch im Marktsegment der Choice Riders wird der ÖV unter Druck geraten
- Studie in den USA hat ergeben, dass diese Kundengruppe die Möglichkeit zur Benützung des Smartphones im ÖV besonders schätzt.



## Szenario 2: Free-Floating-Carsharing (FFC)

- **FFC bereits mit klassischen Fahrzeugen im Angebot**
- **Unterschiede zum Mobility Carsharing in der Schweiz:**
  - Fahrzeug kann überall im Strassenraum abgestellt werden (keine Rückgabestationen).
  - Mit App wird das Fahrzeug lokalisiert und gebucht.
- **Veränderte Kostenstruktur gegenüber heutigem MIV: niedrige Einstiegskosten, höhere Grenzkosten**



# Realität wird sich zwischen Szenarien bewegen

## Szenario 1: Fahrzeuge in Privatbesitz

- Private erwerben autonome Autos.
- Benützung ähnlich wie heute.
- Aber: Führerschein nicht mehr nötig.
- Auch Kinder, Jugendliche und ältere Menschen ohne Führerausweis können den MIV nutzen.
- Parkplatzproblem in den Zentren bleibt bestehen.

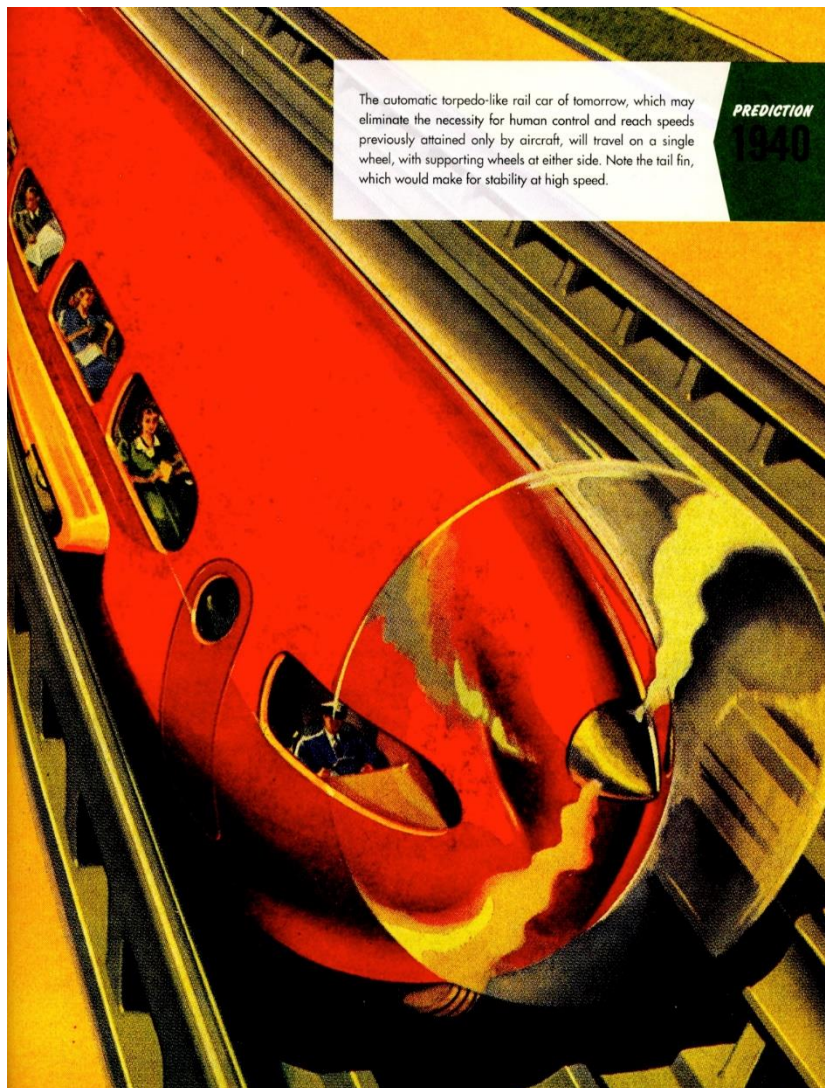
## Szenario 2: Free-Floating-Carsharing (FFC)

- Autos werden von Carsharing-Anbietern erworben und zur Benützung zur Verfügung gestellt.
- Auto wird via App bestellt und holt den Kunden am gewünschten Ort ab.
- Nach der Fahrt parkiert sich das Fahrzeug oder nimmt den nächsten Kunden in Empfang.
- Anzahl Parkplätze kann stark reduziert werden.

**Verkehrsplanerisch ist autonomes Auto aber jedenfalls viel mehr als nur ein automatisches Auto – und damit eine grundlegende Herausforderung!**



# Bahn der Zukunft



**Die Schweizer Bahnen im Jahre 2000**

PRISMA 2. JAHRGANG 1947.48 NR. 4 S. 97/128 FR. 1.-



# Herausforderungen für die Bahn im 21. Jahrhundert



Gesellschaft



Energie



Raumnutzung



Finanzierung



Autonomie



Logistik



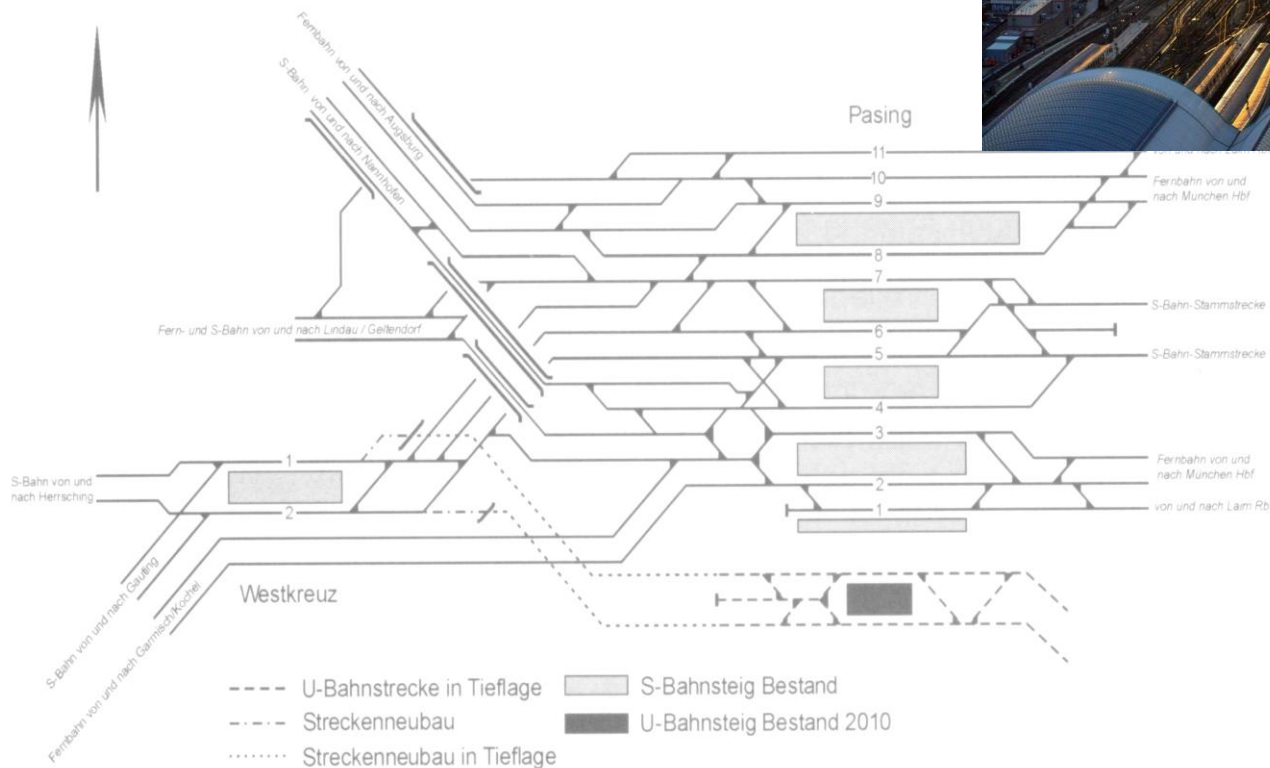
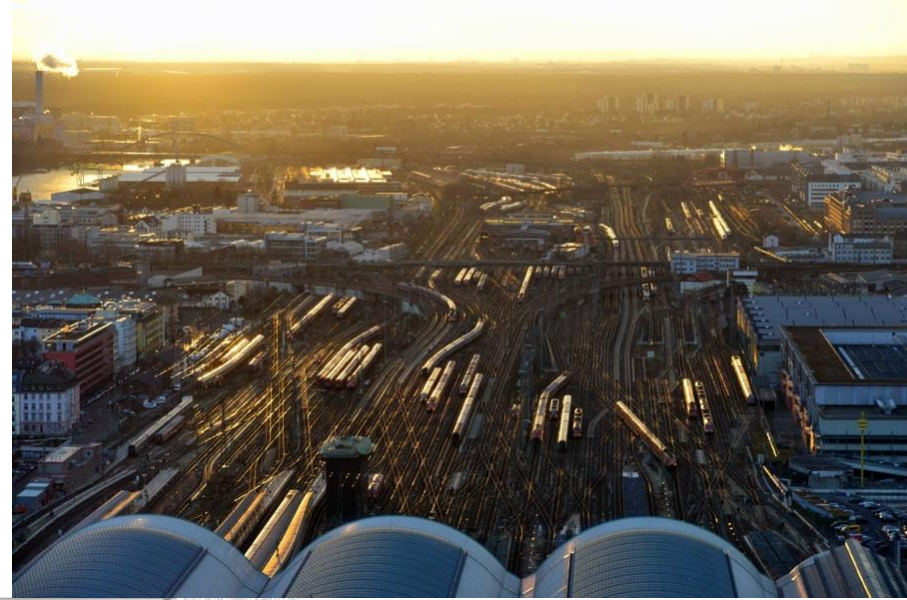
Kapazität



Infrastruktur

# Die Bahn – ein wenig flexibles System

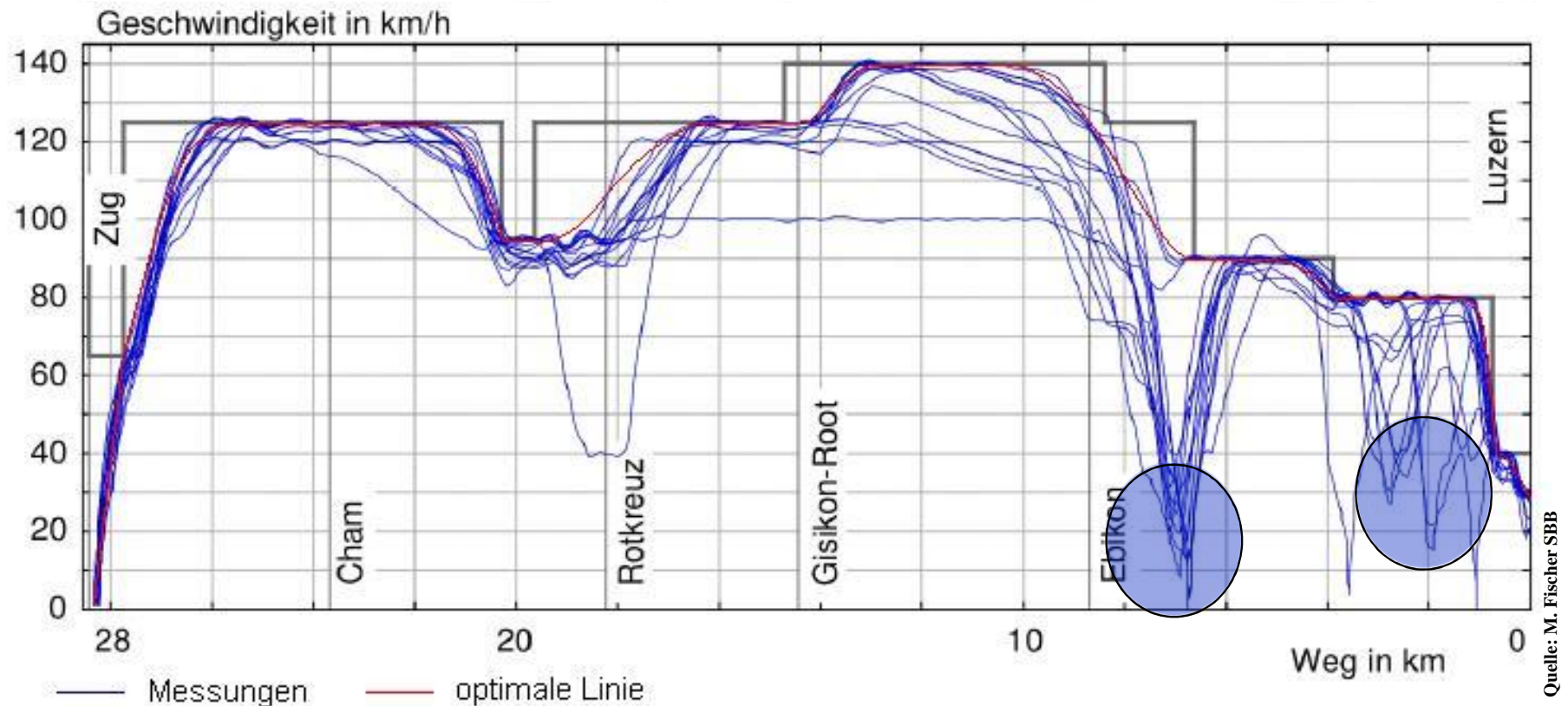
„Topologie = Fahrplan in Stahl und Beton“





# Plan und Wirklichkeit: Individuelle Fahrweise der Züge

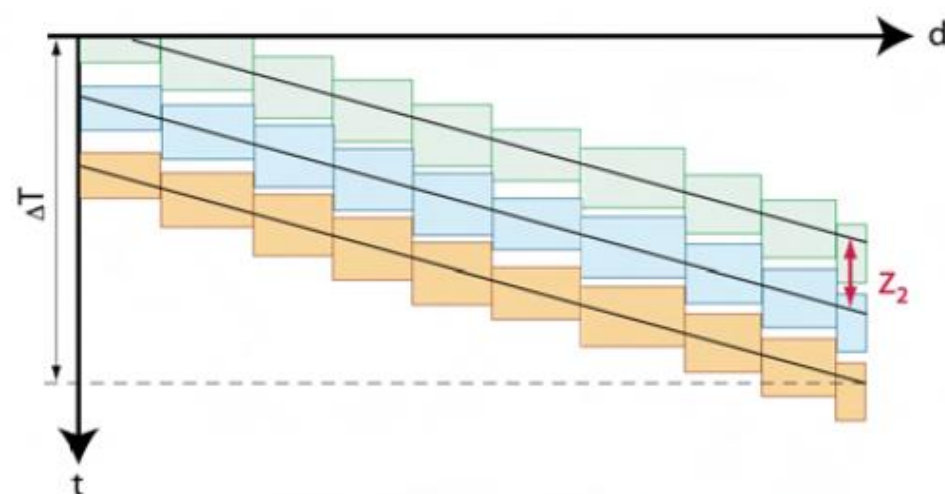
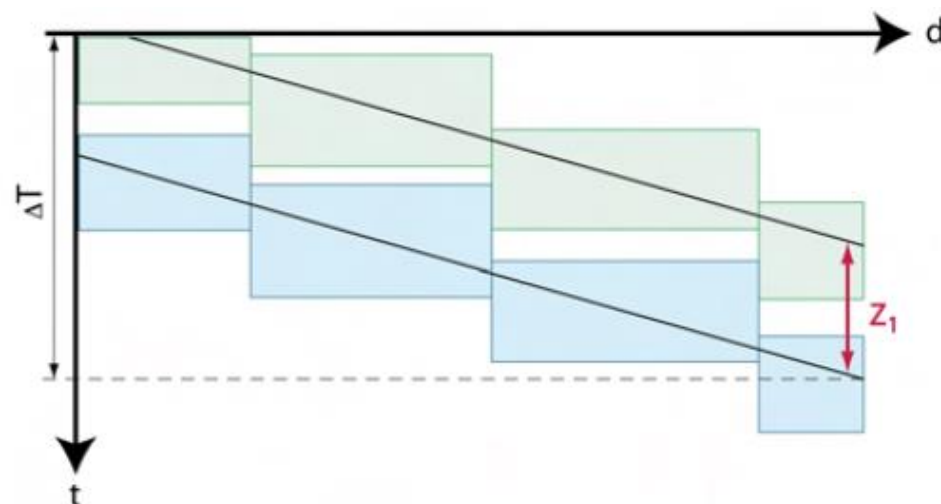
- Unterschiede der Fahrzeugeigenschaften.
- Unterschiedliche Witterungsverhältnisse.
- Unterschiedliches Lokführerverhalten, insbesondere hinsichtlich der Bewirtschaftung der Fahrzeitreserven.
- Unterschiedliche Fahrstrategien, z.B. Energie versus Pünktlichkeit.



# Massnahmen heute: Reserven im System

- Fahrzeitreserven: **5 – 9 %**
- Pufferzeiten zwischen Zügen: Halbe mittlere Zugfolgezeit = **1 bis 2 Minuten**
- Zulässige Auslastung von Engpassbereichen zur Verkehrsspitze: **75 bis 85 %**
- Zulässige Auslastung von Engpassbereichen in der Nebenverkehrszeit: **60 bis 70 %**

Hier liegt das **Kapazitätssteigerungspotential von 15 bis 25 %!**





# Analogie: Kapazität eines städtischen Strassennetzes



Sehr bestimmend

Selten massgebend

Kreuzungen



Strassenzüge





# Kapazität des schweizerischen Bahnnetzes Bahn 2000 + S-Bahnen

**Knoten = Verdichtungsgebiete**

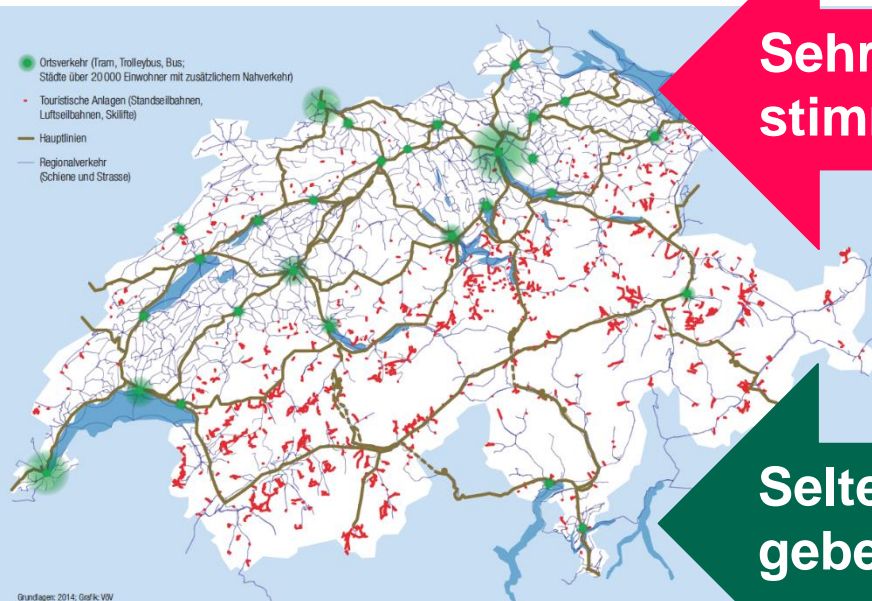


**Sehr be-  
stimmend**

**Strecken = Ausgleichsbereiche**



**Selten mass-  
gebend**



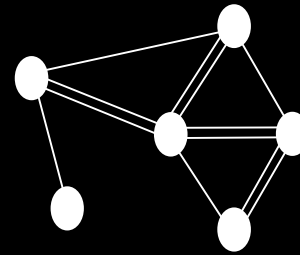
**Netzweite Kapazität gewinnt  
man vor allem in Knoten!  
Kapazitätsgewinn in Knoten  
kommt ganzem Netz zugute!**

# 1 Funktionale Anforderungen

## Kundenanforderungen:

- Reiseketten von Fahrgästen, Transportketten
- Zulässige Zeitfenster der Fahrten
- Vorausdefiniertes Qualitäts-Niveau

# Konzept der vollautomatischen Bahn

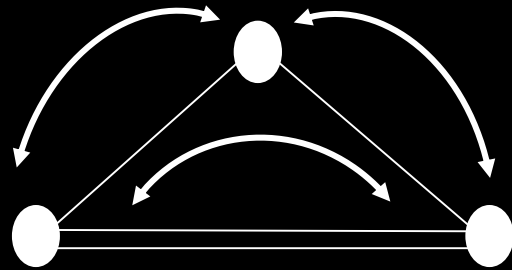


## 2

## Makroskopischer Fahrplan:

- Konfliktfreie Planung
- Makroskopische Machbarkeitsprüfung
- Vereinfachte Topologie
- Vereinfachte Zugeigenschaften

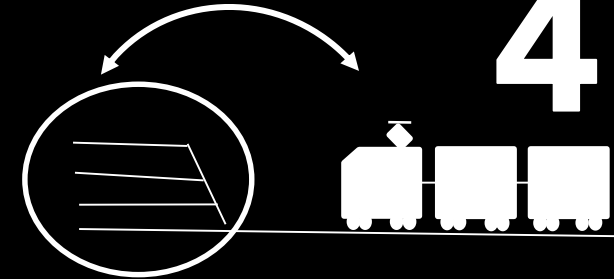
## 3



## Mesoskopischer Fahrplan:

- Kooperation und Koordination zwischen benachbarten Verdichtungs-bereichen
- Detailtopologie, vereinfachte Zugeigenschaften

## 4



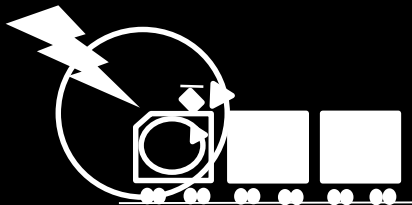
## Mikroskopischer Fahrplan:

- Kooperation zwischen Zügen in Ausgleichsbereich und nächstem Verdichtungs-bereich
- Detaillierte Topologie
- Detailliertes, individuelles Zugverhalten
- Detaillierte Machbarkeitsprüfung

## 5

## Automatische Zugführung:

- Innere und äussere Regelkreise
- Führerlose, automatische Züge
- Einhaltung konfliktfreier Fahrpläne
- Multikriterielle Detailoptimierung der Fahrpläne

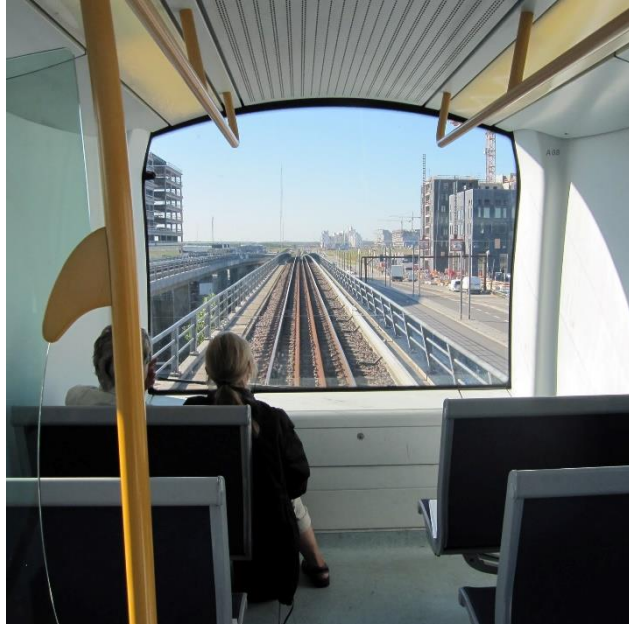


# Fünf Bausteine der Bahnautomation

1. **Automatische Fahrplangenerierung:** Laufende Anpassung des Fahrplans während des Betriebs unter Berücksichtigung der jeweiligen Betriebssituation ✓
2. **Optimierung der Geschwindigkeitsprofile:** Erzeugung von Geschwindigkeitsprofilen zur Konfliktvermeidung ✓
3. **Integrierte Informationskreise:** Kontinuierliche Informationsflüsse zwischen Infrastruktur und den Zügen ✓
4. **Automatische Zugführung:** Vollautomatische Steuerung der Triebfahrzeuge zur genauen Umsetzung der Fahrvorgaben ✓
5. **Optimierte Reserveverteilung:** Anordnung der Fahrzeitreserven und Pufferzeit an nicht-kapazitätskritischen Stellen des Netzes ✓

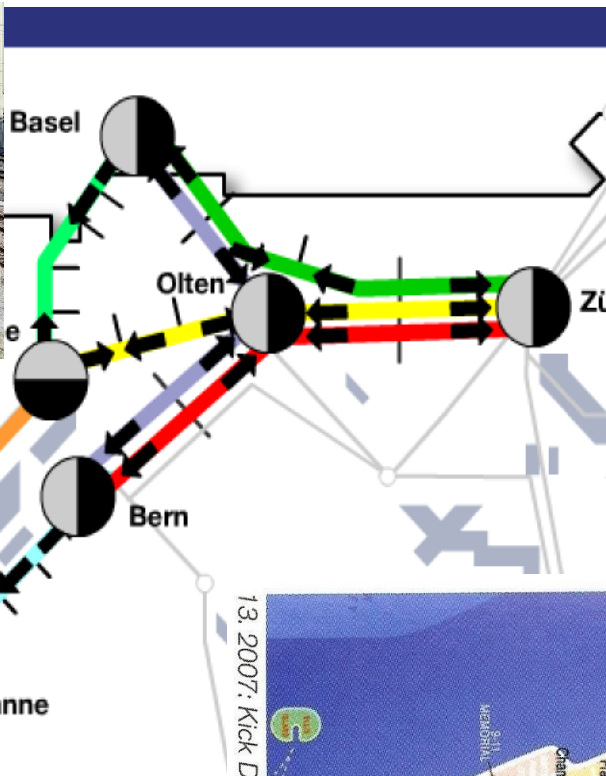


# Automatische Bahnsysteme



- Die erste vollautomatische U-Bahn-Linie der Welt: 1968 - Victoria Line in London (ATO)
- Zahlreiche weitere neue Systeme ab den 1970er-Jahren, zunächst weiterhin als ATO-Systeme unter Beibehaltung einer Person auf dem Zug mit Überwachungsfunktion.
- Mittlerweile **25 Städte mit 41 Linien im Modus Unattended Train Operation UTO**: Züge vollkommen ohne Personalbegleitung.
- Die erste und einzige **vollautomatische Metro der Schweiz: m2 Lausanne (UTO)**. Strecke von 5.9 km Länge und Höhendifferenz von 338 m. 25 Mio Fahrgäste pro Jahr, Leistungsfähigkeit 6600 pphpd.

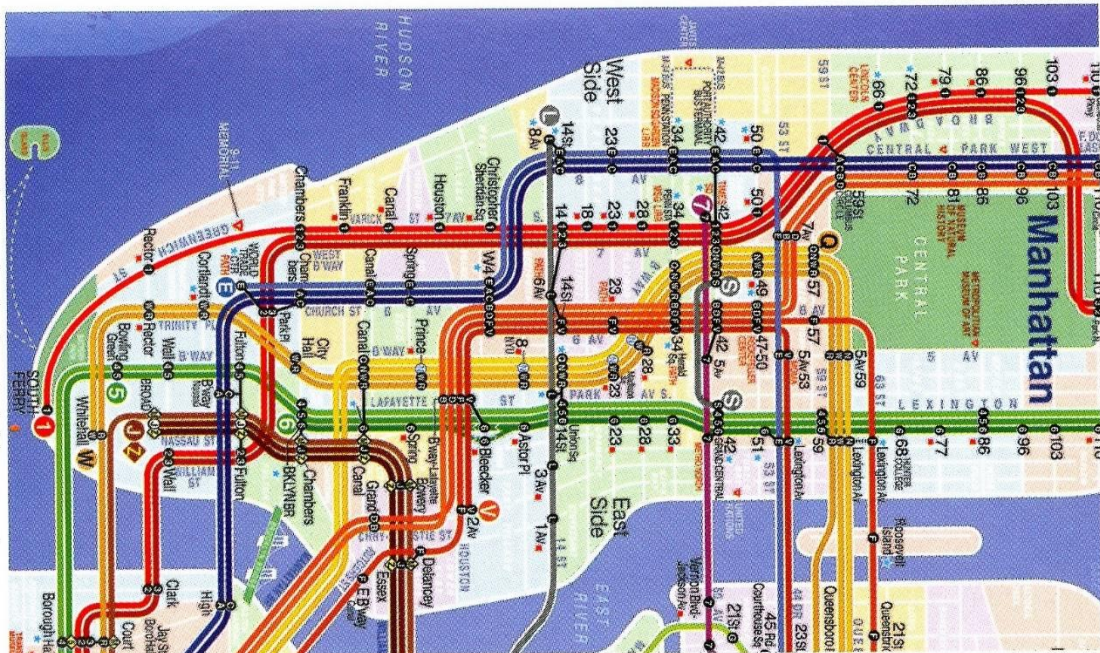




# Bahn 2050: Vom Knotenpunktsystem zur nationalen Metro



13. 2007: Kick Design Inc.'s clear hybrid concept.









# Erster Entwurf eines nationalen Metro-Systems



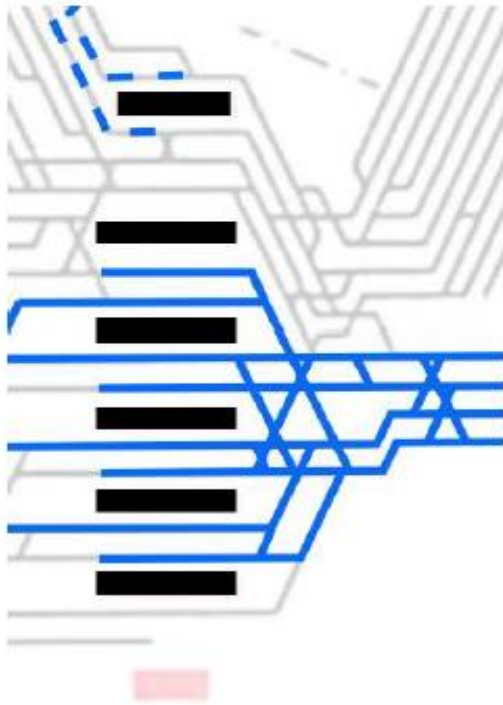
11

[Burkhalter: Fernverkehrsangebot Schweiz 2040 bei vollautomatischem Bahnbetrieb; project thesis HS15, Chair for Transport Systems ETH Zurich]

# Vereinfachung des Liniennetzes – einfachere Gleisanlagen!

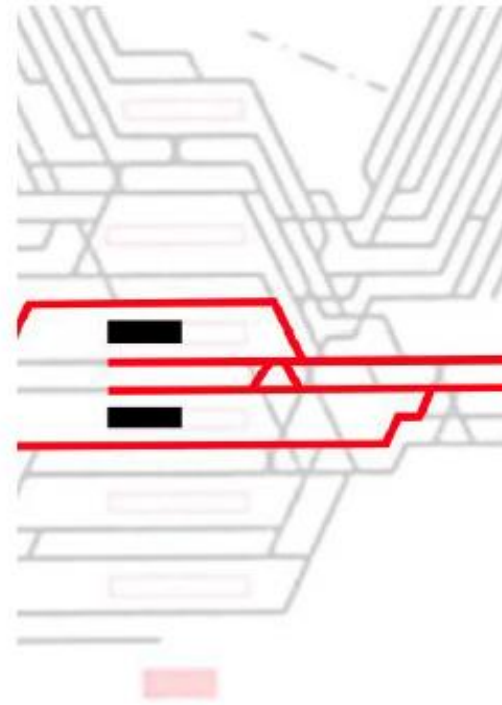
Heute:

- 8 Züge zur selben Zeit



Neu:

- 4 Linien



[Burkhalter: Fernverkehrsangebot Schweiz 2040 bei vollautomatischem Bahnbetrieb; project thesis HS15, Chair for Transport Systems ETH Zurich]



# Automation des öffentlichen Strassenverkehrs

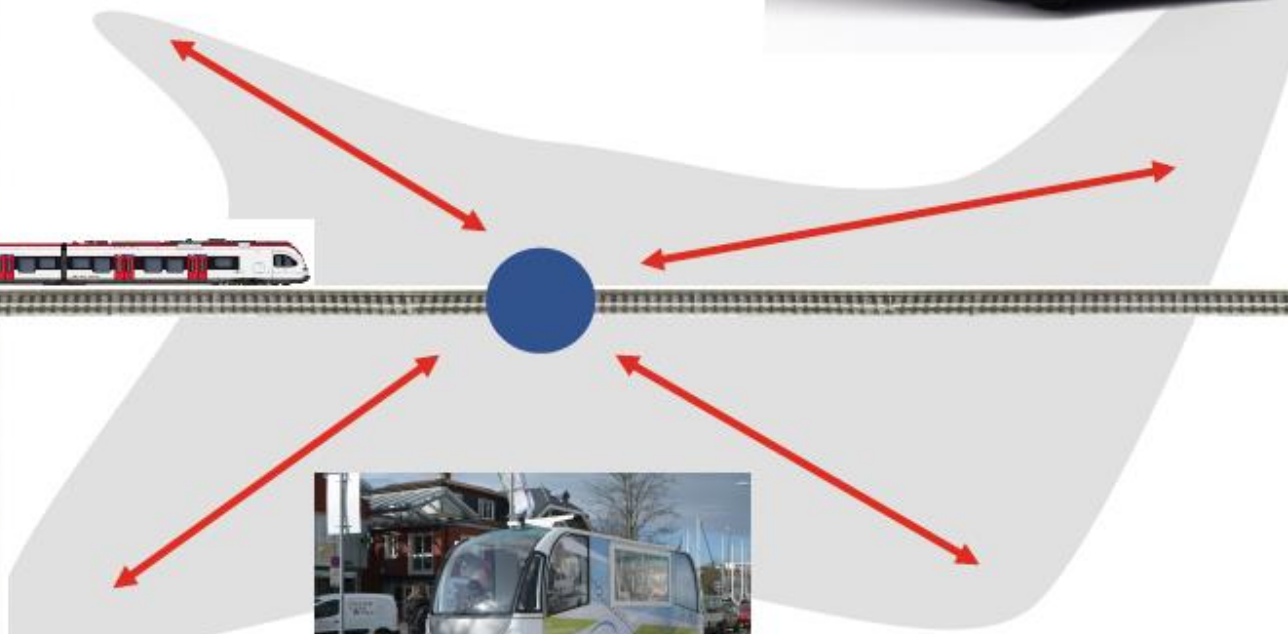


# Neue Möglichkeiten zur Bedienung der letzten Meile

- Fahrerlose Kleinbusse
- Bündelungsnotwendigkeit entfällt!
  - Zubringerdienste zu Bahnlinien oder schnellen Buslinien können sehr fein gestaltet werden.
  - Der ÖV kommt näher zu den Menschen
  - **Kleinere Fahrzeuggrößen wirtschaftlich möglich**
- → kürzere und schnellere Linienführung
- → Insgesamt kürzere Reisezeiten



# Neue Technik – neue Angebotssysteme



13. 2007: Kick Design Inc.'s clear hybrid concept.

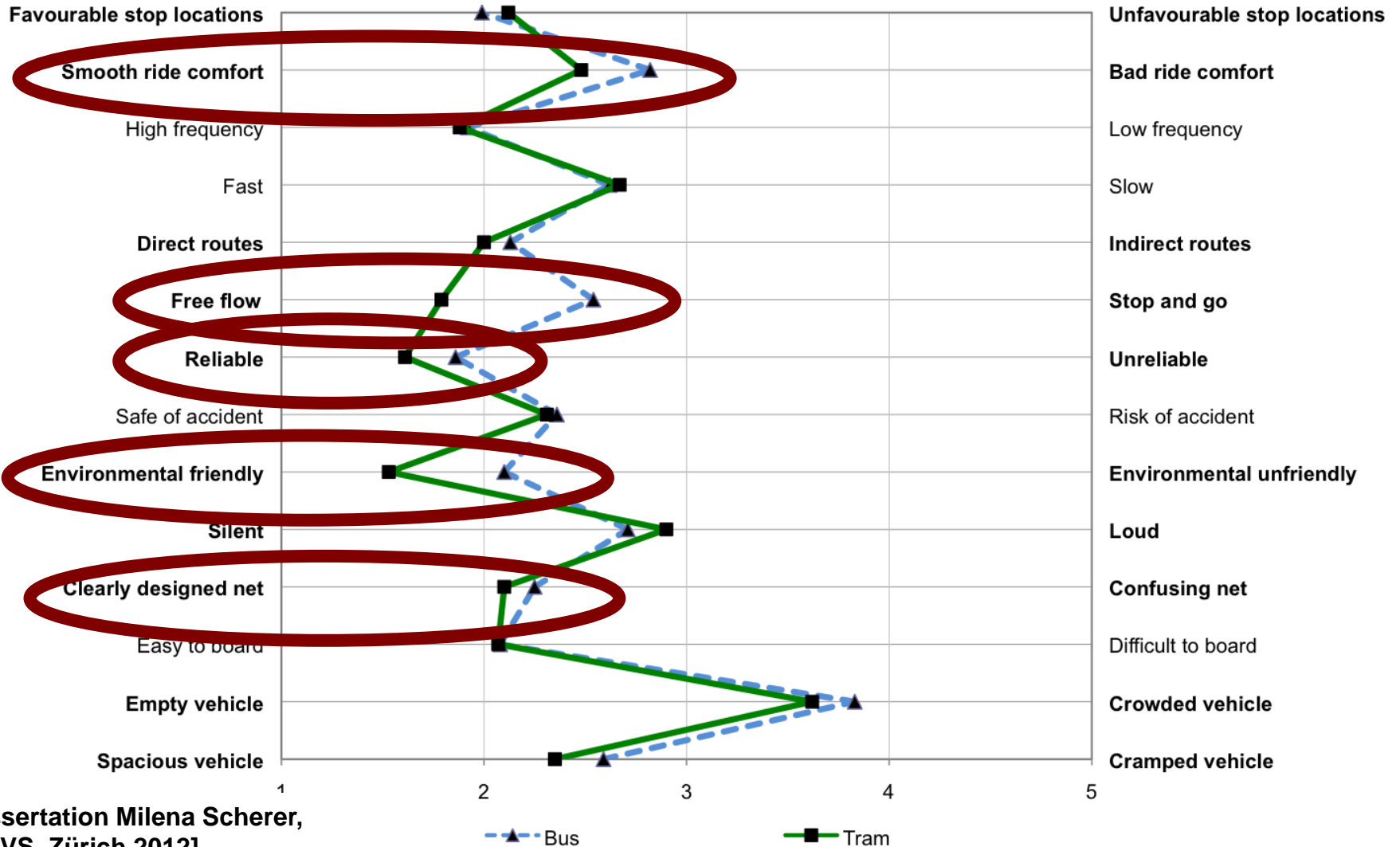
# Bus-Pulks / elektronisch gekoppelte Busse

- Funktionsprinzip ähnlich eines Anhängerzuges
  - Flexible Anpassung der Gefässgrösse in Nebenverkehrszeiten
  - Aber: ohne mechanische Kuppelung
- Erweiterung der Kapazität ohne zusätzliches Personal
- 2 oder noch mehr Fahrzeuge pro Pulk → Bildung von «Road Trains»
- → Bus stösst in Märkte höherer Nachfrage vor
- → Konkurrenz für die Bahn



# Wahrnehmungsprofile von Tram und Bus in der Schweiz

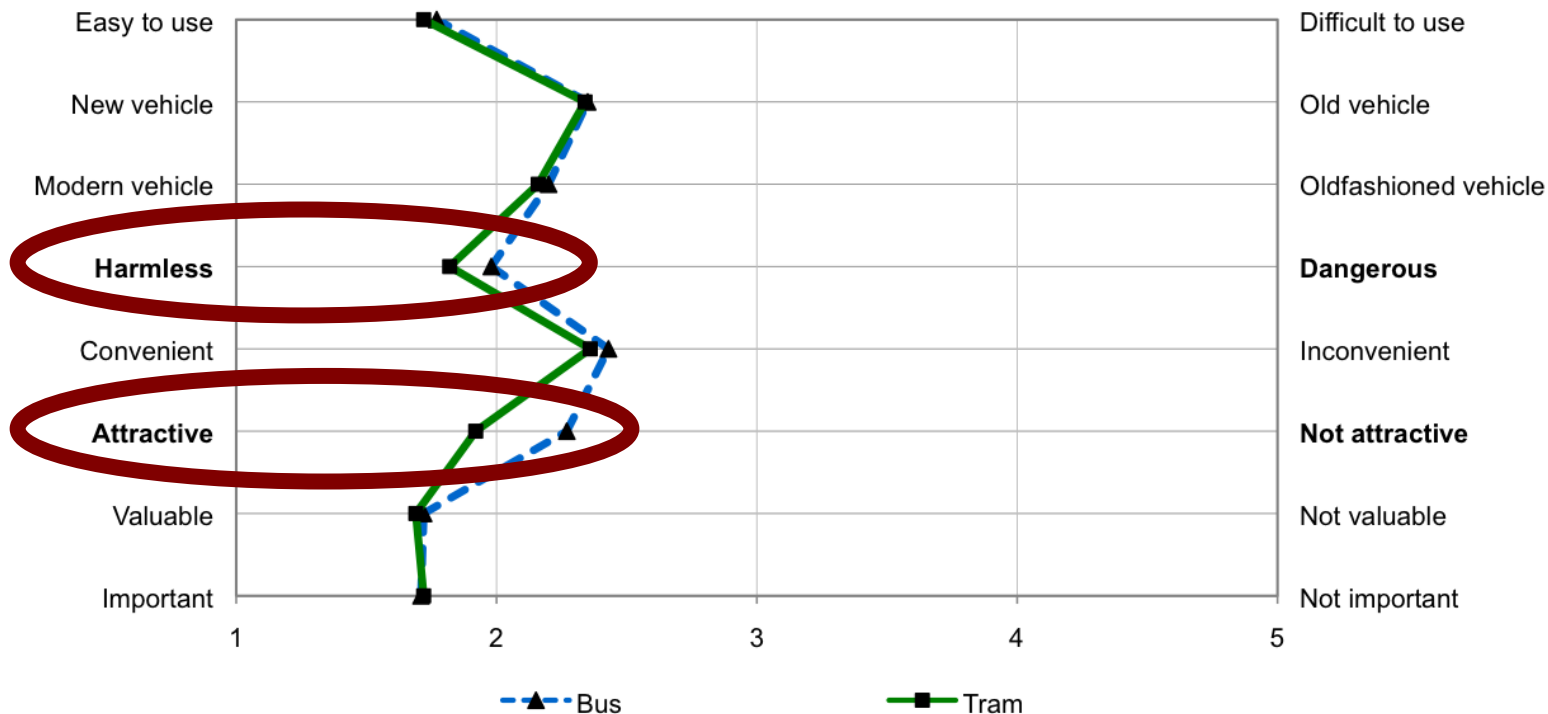
## Was Verkehrssysteme voneinander unterscheidet



[Dissertation Milena Scherer, IVT-VS, Zürich 2012]

# Wahrnehmungsprofile von Tram und Bus in der Schweiz

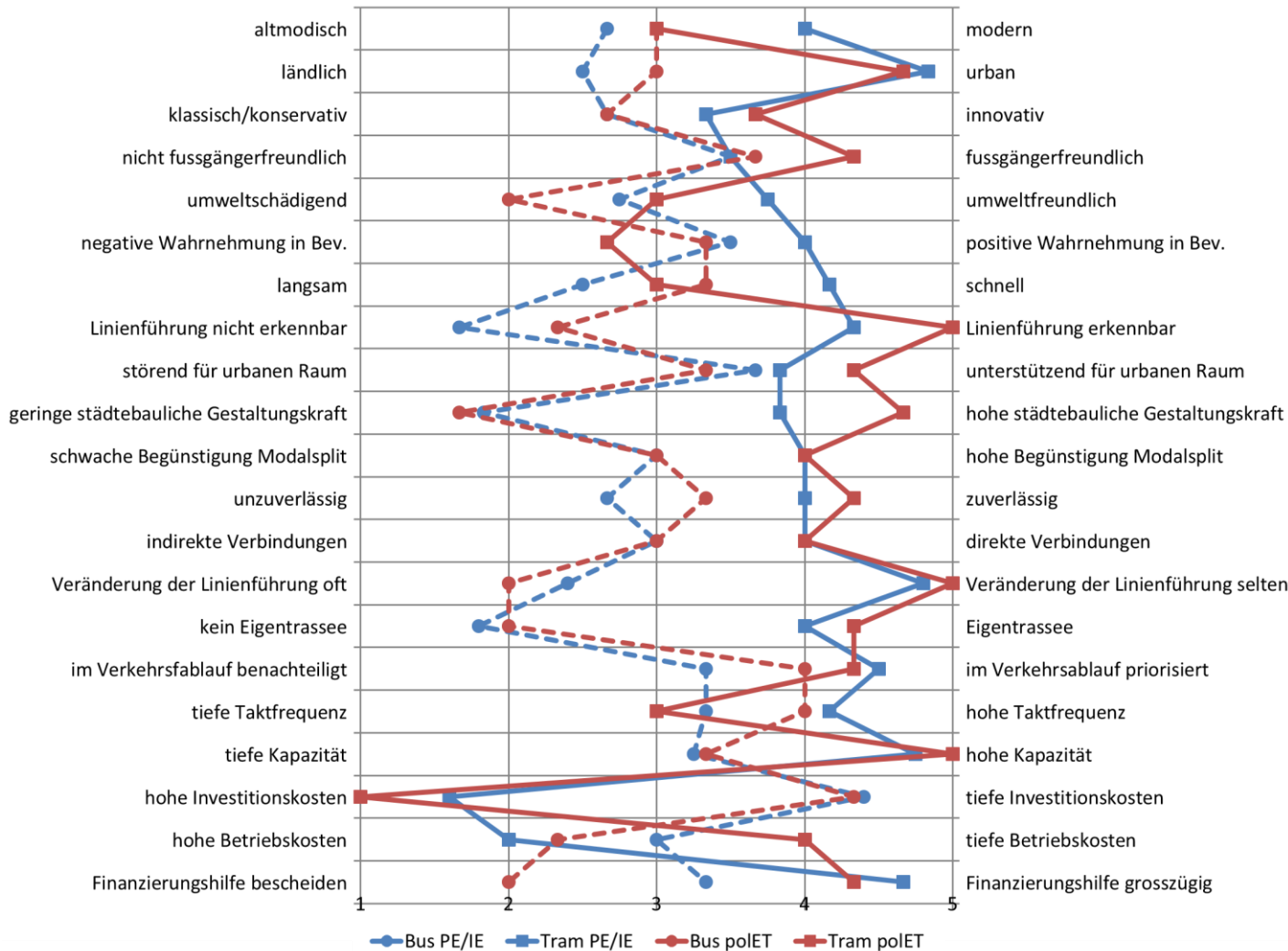
## Was Verkehrssysteme voneinander unterscheidet



- Tram wird besser als Bus wahrgenommen hinsichtlich Fahrkomfort, freier Fahrt, Zuverlässigkeit, Umweltfreundlichkeit, klarem Netz, Attraktivität
- In allen anderen Punkten ist Bewertung praktisch identisch
- Vorzüge sind mehrheitlich auf eigene Infrastruktur zurückzuführen

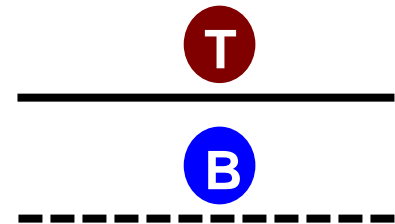
[Dissertation Milena Scherer, IVT-VS, Zürich 2012]

# Image von Bus und Tram bei politischen Entscheidungsträgern und Projektentwicklern



**Projektentwickler**

**Politische Entscheidungsträger**



[Masterarbeit Erik Gorrengourt, IVT-VS, Zürich 2014]



# Automatischer Spurassistent

- **Beispiel Minneapolis (USA):**
  - Bus verkehrt beim zähflüssigem Verkehr auf der Standspur der Autobahn
  - Spurassistent mit GPS und Sensoren zur Erkennung der Fahrbahnumrisse
  - Bus kann sicher und schnell verkehren
- **Platzsparende Busspuren möglich:**
  - Gewinn ca. 0.5 – 1 m
  - Interessant in engen Innenstädten!



# Bus Rapid Transit: Definition

**Bus Rapid Transit (BRT) ist:**

“Ein Bus-basiertes öffentliches Verkehrssystem hoher Qualität, das schnelle, bequeme und kostengünstige Mobilität in der Stadt bietet.” (BRT planning guide, ITDP 2007)

**Bus Rapid Transit (BRT):**

Weiterentwicklung des Systems Bus, gesamten Fahrweg, Haltestellen und deren Zugänge.

Im Vordergrund nicht technische Ansätze, sondern vielmehr die qualitative und betriebliche Optimierung des Gesamtsystems.

## BRT-Systemelemente:

- Hochwertige, moderne Fahrzeuge
- Eigentrasse
- Hochwertige Haltestellen wie bei U-Bahn/Stadtbahn/S-Bahn
- Informatikeinsatz (Priorität an Lichtsignalanlagen, Fahrgastinformation, Fahrgeldmanagement)
- Innovative Service- und Betriebsplanung, neue Angebotsformen (z.B. Expressbusse)



[BRT planning guide, 2007]





# Netzplanung mit autonomen Bussen

## Fallstudie Kanton Zug (Masterarbeit Sergio Brawand)

[Sinner / Brawand / Weidmann: Grosse Chancen durch Automatisierung im ÖPNV, Der Nahverkehr  
10/2017, Seiten 30 - 36]



# Ausgangslage

- Untersuchungsgebiet Kanton Zug
- Weit verzweigte Siedlungsgebiete
- Nachfragebündelung für ÖV schwierig
- 124'000 Einwohner / 109'000 Arbeitnehmerinnen und -nehmer



Bevölkerungsbilanz (2016, Anzahl Personen)

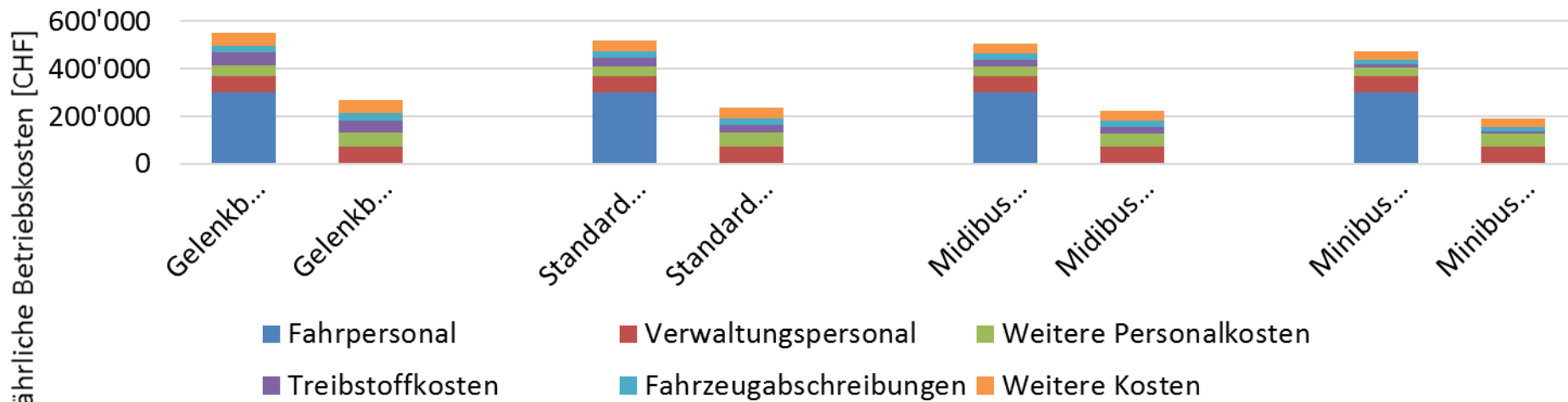
	Bevölkerungsstand 31.12.2015	Lebendgeburten 2016	Todesfälle 2016	Zuwanderung 2016	Abwanderung 2016	Bevölkerungsstand 31.12.2016 <sup>1</sup>
Zug	29'256	353	235	3'143	2'742	29'804
Oberägeri	5'940	45	39	492	443	5'994
Unterägeri	8'583	71	56	616	627	8'576
Menzingen	4'439	42	32	359	334	4'467
Baar	23'561	284	130	2'224	1'815	24'129
Cham	15'954	190	97	1'496	1'340	16'216
Hünenberg	8'848	81	37	611	678	8'827
Steinhausen	9'543	112	48	859	768	9'735
Risch	10'272	142	43	742	760	10'355
Walchwil	3'584	37	15	322	301	3'626
Neuheim	2'154	20	14	260	202	2'219
<b>Kanton Zug</b>	<b>122'134</b>	<b>1'377</b>	<b>746</b>	<b>11'124</b>	<b>10'010</b>	<b>123'948</b>





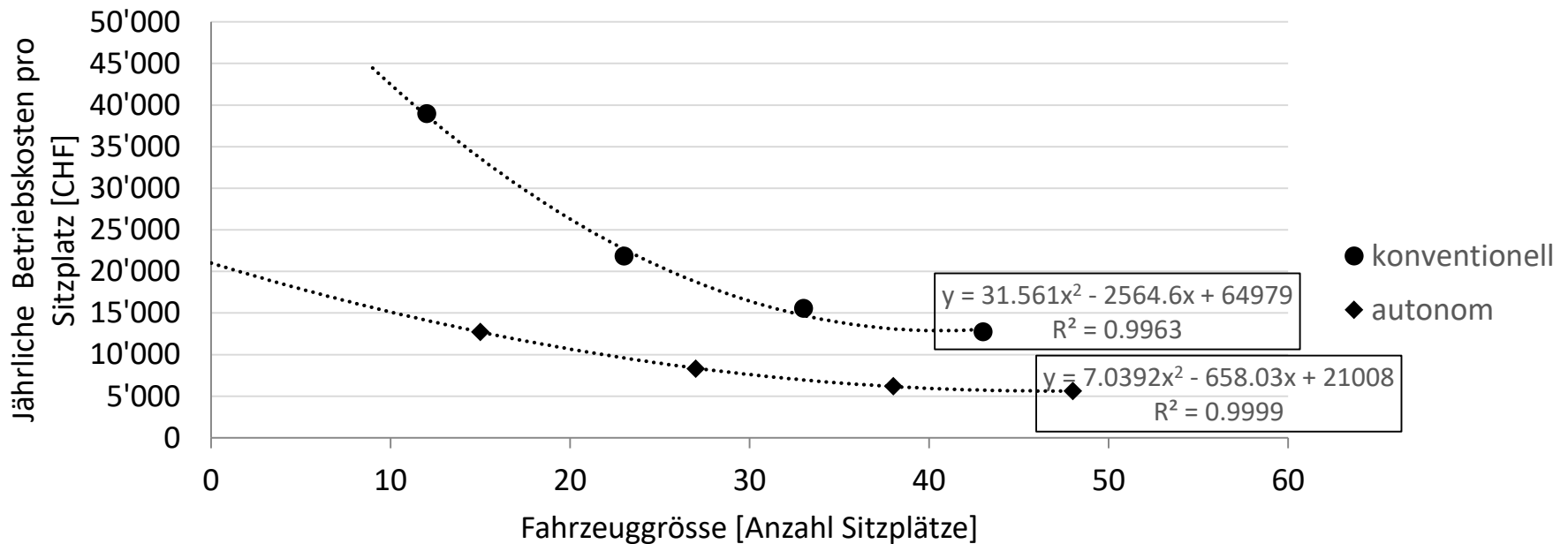
# Betriebskosten pro Bus

## Jährliche Grundbetriebskosten nach Bustyp und Art der Fahrzeugführung





# Betriebskosten pro Sitzplatz



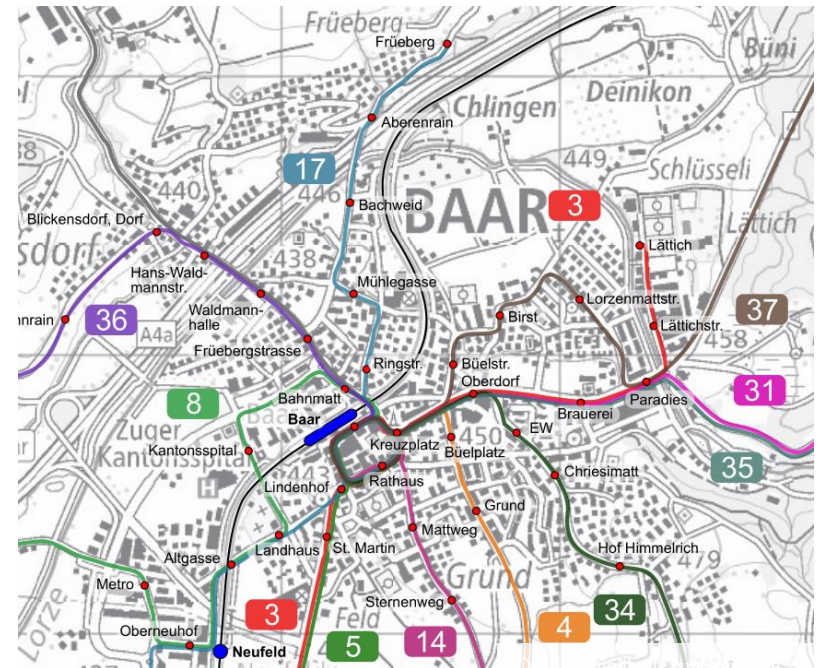
# Variante 1: Ortsbusse

- Ergänzung zum heutigen Liniennetz
- Zusätzliche Ortsbusse in Cham, Hünenberg, Unterägeri, Oberägeri, Steinhausen und Walchwil
- 13 neue Ortsbuslinien im 15'- oder 30'-Takt
- Betrieb durch Minibusse
- Optimale Anschlüsse auf bestehende Bus- oder Bahnlinien



# Variante 2: Direktverbindungen

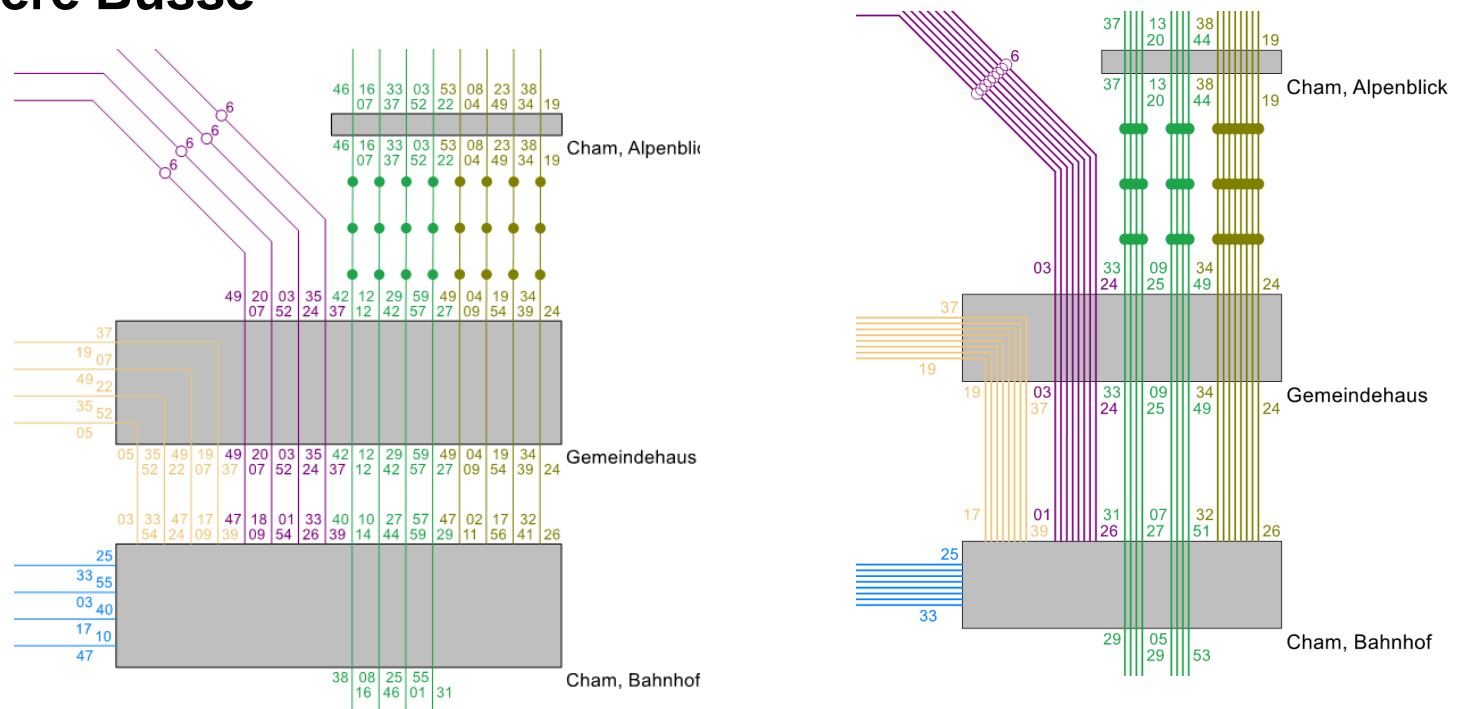
- **Direktverbindungen aus bisher nicht oder nur schwach erschlossenen Quartieren in die Zentren Baar, Cham, Rotkreuz und Zug**
- **Kleinere Busse**
- **Höhere Taktfrequenzen**
- **Mind. 30'-Takt auf allen Linien**





# Variante 3: Taktverdichtung

- Heutiges Liniennetz
- Jede Linie betrieben im 7.5'-Takt
- Kleinere Busse



# Variantenvergleich

Variante	Kosten [Mio. CHF/a]	Angebots-km [Mio. km/a]	Ø Beför- rungszeit [min]	Ø Anzahl Verbindungen [-/2h]	Ø Zugangs- zeit [min]	Nachfrage- veränderung
V0: Liniennetz 2016 (k)	50.2	5.6	33.4	7.3	3.6*	-
V1: Ortsbusse (a)	28.4	6.6	31.8	7.0	2.1*	+2 %
V2: Direktverbindungen (a)	34.7	10.9	30.5	9.5	-	+17 %
V3: Taktverdichtung (a)	49.2	16.5	31.1	15.6	3.6*	+41 %

\* Betrachtung der Gemeinden Cham, Hünenberg, Unterägeri, Oberägeri, Steinhausen und Walchwil

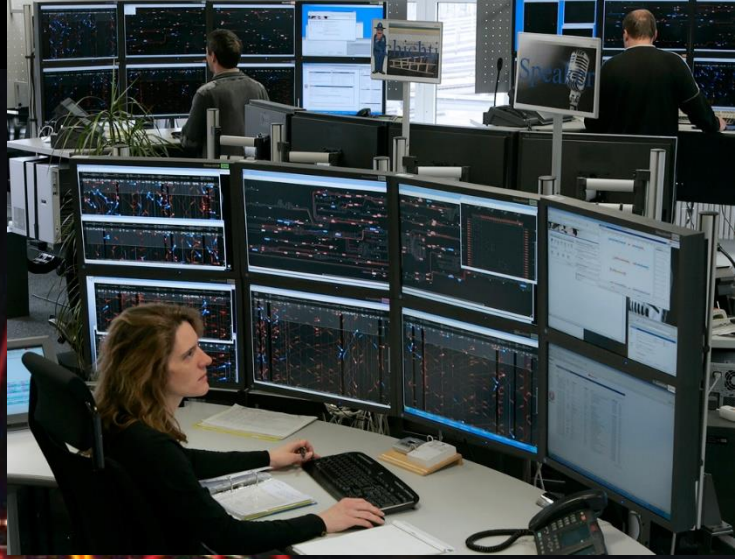
# Gewinne im Vergleich zur heutigen Situation

	Gewinne für Betreiber im Vergleich zu heute	Zusatzkosten für Betreiber im Vergleich zu V0 (a)	Gewinne für Kunden
V0	Betriebskostenreduktion um CHF 25.4 Mio. (-51 %)	-	-
V1	Betriebskostenreduktion um CHF 21.8 Mio. (-42 %)	Betriebskostenzunahme um CHF 3.6 Mio. (+15 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung Angebots-km: +0.9 Mio. km (+16 %)</li> <li>• Reduktion Ø Zugangszeit*: -1.5 min (-42 %)</li> <li>• Reduktion Ø Beförderungszeit: -1.6 min (-5 %)</li> </ul>
V2	Betriebskostenreduktion um CHF 15.5 Mio. (-31 %)	Betriebskostenzunahme um CHF 9.9 Mio. (+40 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung Angebots-km: +5.2 Mio. km (+93 %)</li> <li>• Reduktion Ø Beförderungszeit: -2.9 min (-9 %)</li> <li>• Erhöhung Ø Anz. Verbindungen: +2.2 /2 h (+30 %)</li> </ul>
V3	Betriebskostenreduktion um CHF 1.0 Mio. (-2 %)	Betriebskostenzunahme um CHF 24.5 Mio. (+99 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung Angebots-km: +10.9 Mio. km (+192 %)</li> <li>• Reduktion Ø Beförderungszeit: -2.3 min (-7 %)</li> <li>• Erhöhung Ø Anz. Verbindungen: +8.3 /2h (+113 %)</li> </ul>



# Schlussfolgerungen

- **Die Kostenreduktion durch den Einsatz von autonomen Bussen gibt Spielraum für Angebotsverbesserungen**
- **Die heutigen Nachteile des ÖV (Zugangszeit und Anpassungszeit) können wirkungsvoll und kostengünstig reduziert werden**
- **Je nach Siedlungsstruktur versprechen unterschiedliche Konzepte den grössten Erfolg**
- **Eine Kombination der verschiedenen Varianten müsste noch getestet werden**
- **Der Einsatz von autonomen Bussen ermöglicht einen bisher undenkbaren 24h-Betrieb**



# Synthese



1. Die Bahn ist das schnellste Landtransportmittel; der Strassenverkehr wird kaum je mit Höchstgeschwindigkeiten von 250 bis 350 km/h betrieben werden können. Sie ist damit für Distanzen bis etwa 500 km unschlagbar.

2. Die Bahn bietet höchste Beförderungskapazität auf kleinen Flächen; die Flächeneffizienz der Strasse liegt bei einem Bruchteil davon und zudem lässt sich die Bahn innerstädtisch leicht in den Untergrund verlagern.

3. Die Bahn ist extrem effizient bei grössten Gütermengen über lange Strecken. Mit kleinstem Personal- und Energieaufwand lassen sich gigantische Gütermengen verschieben.

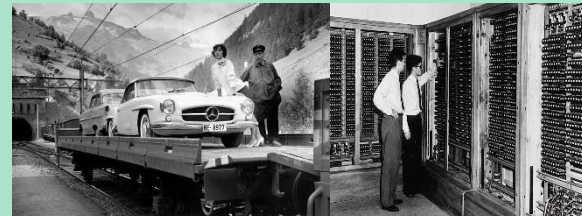
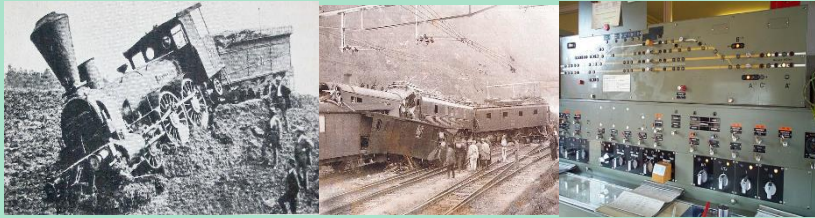
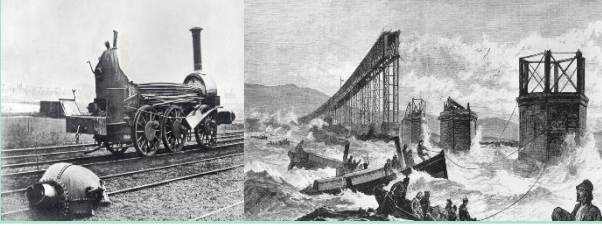
## Komparative Stärken der Bahn: Wo sie immer ihren Platz haben wird



# Synthese

- **Automation wird alle Verkehrssysteme der Zukunft prägen**
- **Wandel schrittweise, Funktion für Funktion**
- **Damit verbunden: Neue Geschäftsmodelle, neue Akteure**
- **Automation ermöglicht wirksame Kapazitätsbewirtschaftung**
- **Kapazitätsausbau bedingt nicht mehr zwingend Infrastrukturausbau**
- **Neue Mischformen zwischen öffentlichem und Privatverkehr («dritte Entität»)**
- **Bahn hat Potential zur viel rascheren Vollautomation als Strasse, aber auf Konzentration auf Gebiete mit komparativen Vorteilen**
- **Verkehr wird Teil von Big Data, Daten nicht mehr zugänglich**
- **Staat gefordert: Anpassung der Regulierung, Re-Rormulierung der Infrastrukturpolitik, Entwicklung einer Verkehrs-Technologiepolitik**
- **Aber auch: Überprüfung der eigenen Rollen im Verkehrssystem**

# Treiber der Entwicklung des Systems Bahn



1847

1900

1950

2000

