

AStriD Workshop

Zulassungs- voraussetzungen autonomer Trams

Referenten:

IKEM: Timon Plass / Matthias Hartwig

Siemens: Daniel Hoepffner / Matthias Hofmann



Agenda

1. Einleitung & Vorstellung AStriD-Projekt
2. Rechtliche Herausforderungen und Handlungsempfehlungen aus der AStriD Roadmap
3. Problemstellung
4. Diskussion: Zulassungsvoraussetzungen autonomer Trams
5. Wrap-Up und Schlusswort

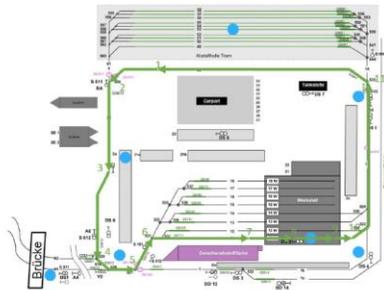
Einleitung

AStriD – Autonome Straßenbahn im Depot

- Förderprojekt des BMVI - mFUND
- Umsetzung im Betriebshof der Verkehrsbetriebe Potsdam ViP
- **Ziel:** Erprobung eines vollautomatisierten Depots auf Basis von autonom fahrenden Trams
- Umfasst auch die Betrachtung von
 - Juristischen Grundlagen für Zulassung und Betrieb
 - Analyse der ökonomischen Auswirkungen
 - Übertragung auf generisches Konzept

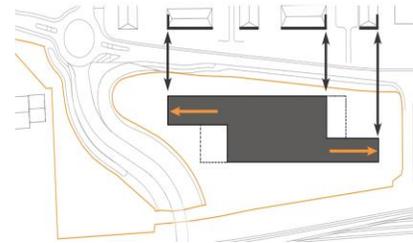


Einleitung



Konzept

- Prozessanalyse
- Schnittstellenanalyse
- Technische Umsetzung



Abstraktion

- Durchlaufszszenarien-Erstellung auf Basis notwendiger Prozessabläufe im Depot
→ 22 Szenarien

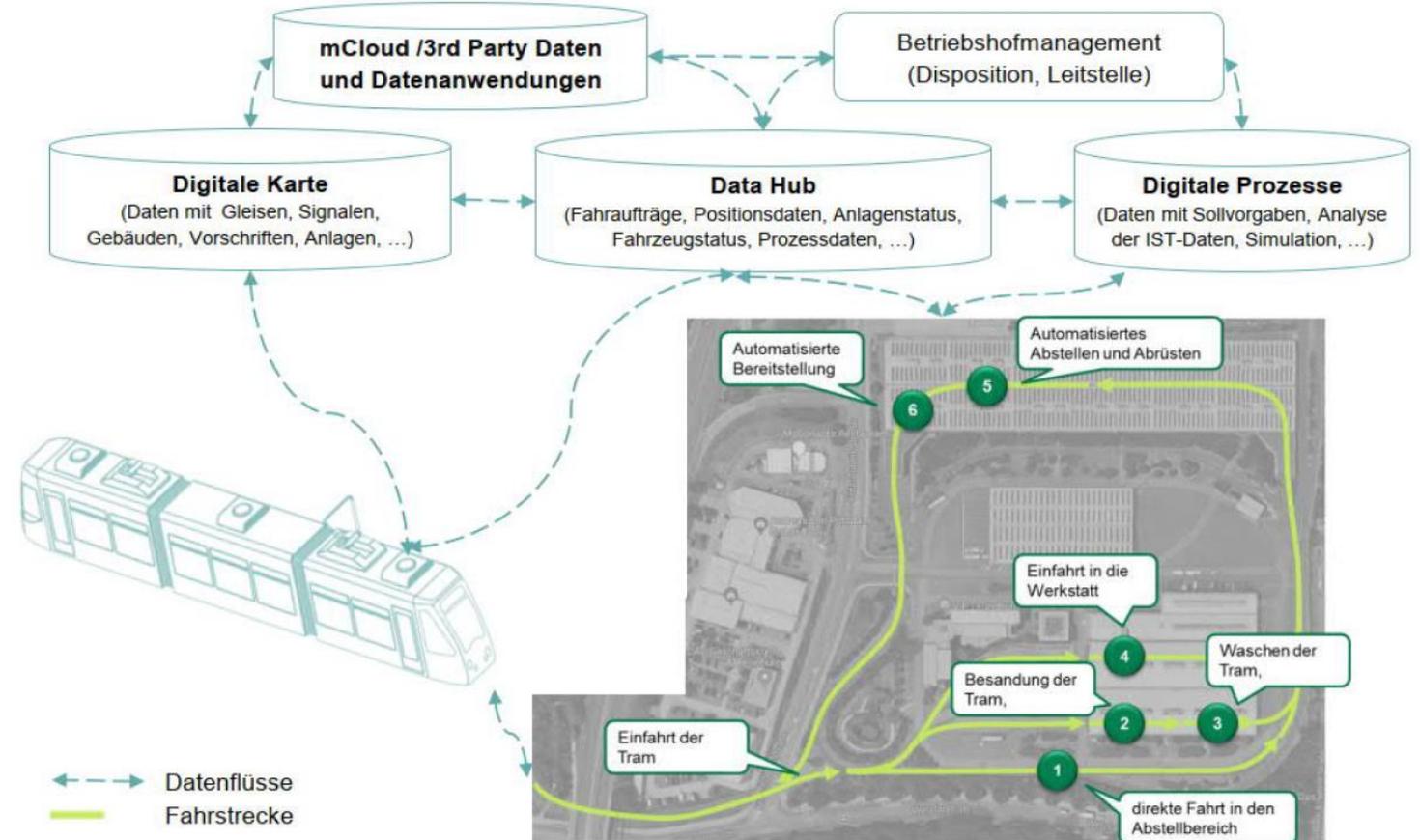


Übertragbarkeit

- Zeiteffizienzanalyse kann durch generischen Konzept auf andere Betriebshöfe übertragen werden

Einleitung

- Erforschung der offenen Fragen bzgl. Sensor- und Lokalisierungstechnologien
- Aufbau einer dynamischen digitalen Karte
- Umsetzung eines Data Hub mit zuverlässigen Datenverbindungen
- Definition der für die Automatisierung nötigen technischen, wissenschaftlichen und juristischen Handlungsfelder



Einleitung

Betriebsszenario:

Element/Funktion	Demobetrieb	Regelbetrieb
Überwachung Fahrweg	AStriD-Sicherheitsfahrer	ADAS*
Bremmung bei Hindernis	AStriD-Sicherheitsfahrer	ADAS
Erteilung Fahrauftrag	AStriD-Dispatcher	Betriebshof-Leitstelle / BMS**
AStriD-Leitstelle	AStriD-Leitstelle	Betriebshof-Leitstelle / BMS
Auf- und Abrüsten	AStriD-Leitstelle, Mitarbeiter	Betriebshof-Leitstelle / BMS, ADAS, ggf. Mitarbeiter
Notausschaltung	AStriD-Sicherheitsfahrer	Mitarbeiter

* Advanced Driving Assistance System

** Betriebshofmanagementsystem

Rechtliche Herausforderungen

Demobetrieb

Genehmigung zur Ermittlung der Gebrauchsfähigkeit § 62 Abs. 1 BOStrab

StVO gilt nur mittelbar

Verarbeitung personenbezogener Daten

Regelbetrieb

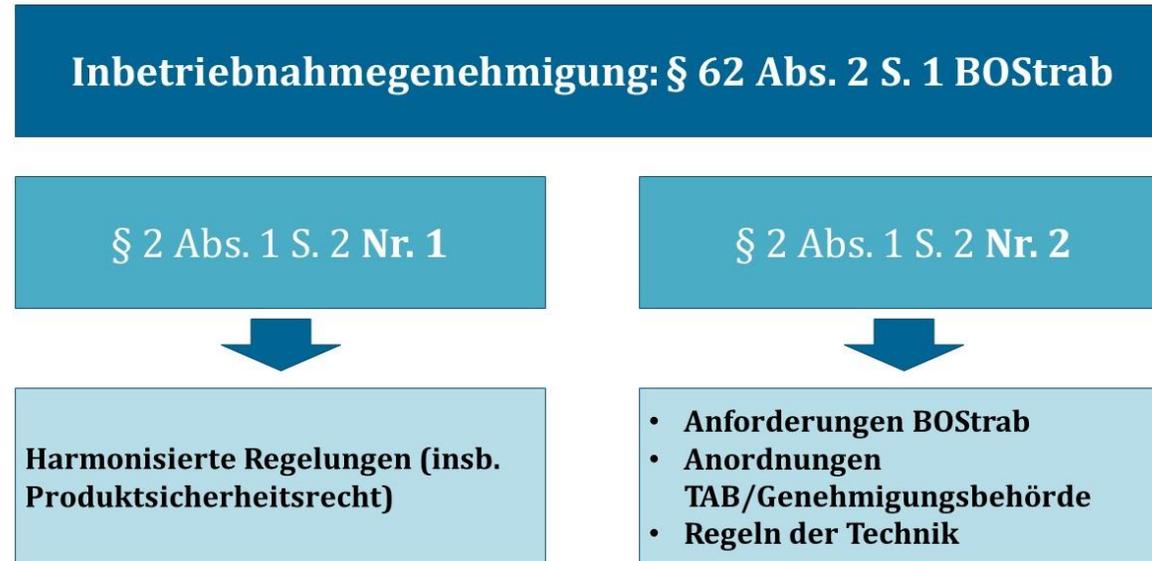
Inbetriebnahmegenehmigung gem. § 62 BOStrab erforderlich

Orientierung an Vorgaben für unabhängige Bahnen § 53 Abs. 2 BOStrab

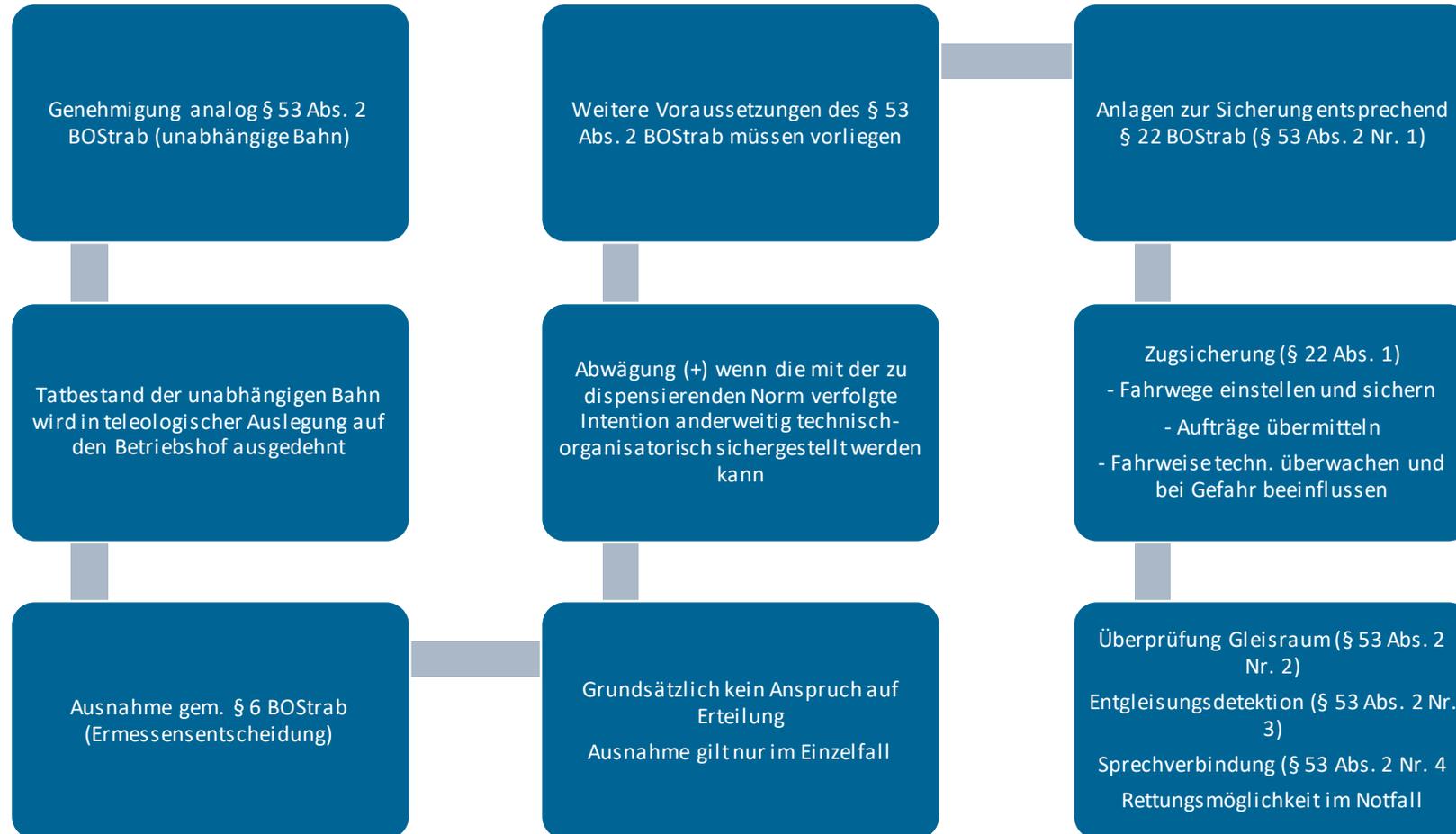
Möglichkeit der Ausnahmegenehmigung § 6 BOStrab

Rechtliche Herausforderungen

Inbetriebnahmegenehmigung im Regelbetrieb



Rechtliche Herausforderungen



Rechtliche Herausforderungen

Vom Betriebshof auf die Straßen – Perspektiven und Herausforderungen

- Einteilung in Betriebsbereiche bereits vorhanden (§ 16 Abs. 4 S. 1 BOStrab)
 - Besonderer Bahnkörper
 - Straßenbündiger Bahnkörper

Schlussfolgerungen:

-> Fahrzeug, Betriebsanlagen, Betriebsorganisation und Betriebsszenario sind zusammen zu betrachten

-> Das Betriebsszenario definiert sich nach Art und Maß der Mischung des Straßenbahnbetriebs mit anderen Verkehren

-> Je mehr andere Verkehre involviert sind, desto strengere Anforderungen sind an Fahrzeug, Betriebsanlagen und Betriebsorganisation zu stellen

Rechtliche Herausforderungen

Handlungsempfehlungen:

- Ausnahmegenehmigung über § 6 BOStrab stellt eine Einzelfallentscheidung dar
- Ermessensentscheidung mit erheblichen Unsicherheiten
- Rechtliche Unwägbarkeiten könnten durch ermessensleitende Verwaltungsvorschriften abgefangen werden
- Anpassung des nationalen Rechtsrahmen nötig!
- Parallelen zum Gesetz zum autonomen Fahren und der AFGBV
 - Gesetzlicher Rahmen für autonome Kfz mittlerweile vorhanden
 - Einführung §§ 1d- 1k StVG
 - Konkretisiert durch die Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes und des Pflichtversicherungsgesetzes (AFGBV)
 - Genehmigungen für festgelegte Betriebsbereiche

Rechtliche Herausforderungen

Anforderungen nach AFGBV	Betriebshof	Bes. Bahnkörper (m. Einfriedung)	Bes. Bahnkörper (Rasengleis)	Bes. Bahnkörper (befahrbar)	Straßenbündiger Bahnkörper	Test- u. Validierungsmethoden (Anlage I Teil 2)	
Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmenden (1.1)	Erkennung vorausfahrender Verkehrsteilnehmender auf Fahrbahn	Erkennung statischer Hindernisse durch Fz.-Sensorik gegeben; Zugsicherung erforderlich ? Mischverkehr mit Bussen ?		Erkennung beweglicher Hindernisse (z. B. Einsatzfahrzeuge)	Erkennung beweglicher Hindernisse und deren Trajektorie erforderlich (Fahrweg kann ggf. durch Busse genutzt werden)	Beachte Mischverkehr	UN-Regel Nr. 152 (Notbremsassistentensysteme), mit Anpassungen
	Einhaltung Sicherheitsabstand (§ 4 StVO)	Sicherungssystem, BMS/Stellwerk/YMS gewährleistet Abstand	Taktung kann Abstand gewährleisten. Beachte aber auch dabei den Betriebsbremsweg (Geschwindigkeit – Reibwert)	Wie zuvor	Abstand abhängig von Betriebsbremsweg, der in Korrelation zur Geschwindigkeit und den Reibwerten auf dem Schienenkopf (Laub, Niesel, Fugenmasse) steht	Beachte Mischverkehr	Sicherheitsabstand wird jederzeit, bei jeder Geschwindigkeit, in jeder Situation eingehalten
	Erkennung Fahrstreifenwechsel vorausfahrender / nachfolgender Fz.	Grundsätzlich nicht relevant	Grundsätzlich nicht relevant	Grundsätzlich nicht relevant	Beachte Einsatzfahrzeuge, Busse	Erkennung muss gewährleistet sein (nachfolgende Fz. insb. w.g. Linksabbiegern !)	Wird erkannt und bei Fahraufgabe entsprechend berücksichtigt
	Fahrstreifenwechsel durchführen	Kein Fahrstreifenwechsel möglich; YMS verhindert Flankenfahrt	Kein Fahrstreifenwechsel möglich	Kein Fahrstreifenwechsel möglich	Kein Fahrstreifenwechsel möglich	Kein Fahrstreifenwechsel möglich	
	Erkennung Einsatzfahrzeuge	Leitstelle berücksichtigt Einsätze und stellt ggf. Betrieb ein ; Objekterkennung als Rückfallebene	Wie zuvor	Einsatzfahrzeuge m. Sonderrechten müssen erkannt werden (C2C, sonst optisch/akustisch) und Vorfahrt gewährt werden	Fz. muss ggf. Kreuzung räumen können, um Vorfahrt zu gewähren, also « wissen », wie lang es ist	Wie zuvor	

Rechtliche Herausforderungen

- Analyse des Rechtsrahmens für autonome Kfz legt nahe, dass vom Szenario „Straßenbündiger Bahnkörper“ ausgehend und in der Komplexität absteigend bis hin zum Betriebshof denkbare Anforderungen formuliert werden können
- Zukunftsorientierte Regulierung sollte bei der Ergänzung der bereits bestehenden Regeln zum fahrzeugführerlosen Fahren nicht nur den Betriebshof in den Blick nehmen, sondern auch die Fahrt auf der Strecke im Fahrzeugbereich

Vorschlag:

- folgende Tabelle stellt die technischen und organisatorischen Anforderungen für einen automatisierten Fahrbetrieb von Straßenbahnen in den unterschiedlichen Szenarien gegenüber und verdeutlicht die jeweils unterschiedliche Komplexität der Szenarien

Rechtliche Herausforderungen

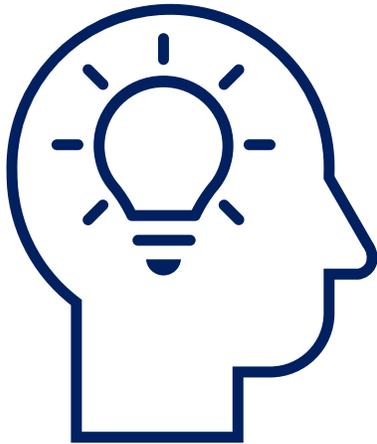
	Inhalt						Erläuterung
		Betriebshof	Bes. Bahnkörper (m. Einfriedung)	Bes. Bahnkörper (Rasengleis)	Bes. Bahnkörper (befahrbar)	Straßenbündiger Bahnkörper	
Technische Anforderungen	Erkennung vorausfahrender Verkehrsteilnehmer und ihrer Trajektorien und geeignete Reaktion	(X)		X	X	X	Im Betriebshof abhängig von konkreter Verkehrssituation (fremde Verkehre, Busse); sonst durch Zugsicherung (andere Schienenfahrzeuge) und Objekterkennung mittels fahrzeugsseitiger Sensorik; Trajektorien müssen analysiert werden können
	Erkennung nachfolgender Verkehrsteilnehmer und ihrer Trajektorien und geeignete Reaktion			X	X	X	Auf bes. Bahnkörper für Einsatzfahrzeuge (Rasengleis) und andere berechnete Fahrzeuge wie Busse und Taxen (befahrbarer Bahnkörper), auf straßenbündigem Bahnkörper für gesamten Mischverkehr
	Erkennung Einsatzfahrzeuge und geeignete Reaktion	(X)	(X)	X	X	X	Im Betriebshof und eingefriedeter Bahnkörper durch Leitstelle; lösbar z.B. durch C2C oder entsprechende Sensorik; sonst siehe oben.
	Erkennung kreuzender Verkehrsteilnehmer	(X)	(X)	X	X	X	Im Betriebshof durch organisatorische Maßnahmen zu gewährleisten (bereits in BOStrab geregelt, siehe Pflichten des Unternehmers); auf eingefriedetem Bahnkörper an Bahnübergängen, ggf. unterstützt durch streckenseitige Infrastruktur (beachte dann evtl. Planfeststellung nach § 28 PBefG etc.); bei anderen Szenarien durch Objekterkennung
	Erkennung von Geschwindigkeitsbegrenzungen, bes. Anforderungen an Geschwindigkeit und Verkehrseinrichtungen; bes. Verkehrssituationen (z.B. Baustellen)			(X)	X	X	Im Betriebshof und auf eingefriedetem Bahnkörper durch Betriebsordnung / bes. Anweisung durch Leitstelle gewährleistet. Wanderbaustellen / Grünflächenpflege problematisch, technische Lösung könnte durch RFID-Tags für Warnschilder und/oder entsprechende fahrzeugseitige Objekterkennung erfolgen
	Erkennung von Situationen, in denen Vorfahrt gewährt werden muss		(X)	(X)	(X)	X	An Bahnübergängen grds. Vorfahrt für Straßenbahn, Sonderregelungen durch Betriebsordnung/digitale Karte erfassbar; sonst beachte Einsatzfahrzeuge (s.o.); auf straßenbündigem Bahnkörper beachte StVO (digitale Karte, C2C, C2I, entsprechende Objekterkennung)
	Berücksichtigung Umweltbedingungen (Einfluss auf Verkehrssituation, Fahrzeugfunktionen, Sensorik)	X	X	X	X	X	Ggf. Formulierung konkreter Anforderungen (z.B. an Redundanzen) im Gesetz, sonst Stand der Technik
	Selbstüberwachung sicherheitsrelevanter Fahrzeugfunktionen und Sensorik	X	X	X	X	X	

Problemstellung



- **Fehlende rechtliche Grundlagen für autonome Trams**
- **Technische Anforderungen nicht definiert**
- **Sicherheitslevel / Hinderniserkennung ?**
- **Bisher nur über Ausnahmegenehmigungen möglich**
- **Hohe Unsicherheiten und Risiken für Hersteller und Betreiber**

Diskussion



- **Sicherheitslevel definieren**
- **Genehmigungsprozess vorskizzieren**
- **Austausch zwischen Hersteller/Betreiber und Gesetzgeber/Genehmigungsbehörde anregen**
- **Rechtliche Hürden benennen und Lösungsansätze finden**

IKEM

- Matthias Hartwig
matthias.hartwig@ikem.de
- Timon Plass
timon.plass@ikem.de

Siemens

- Matthias Hofmann
matthias.c.hofmann@siemens.com
- Daniel Hoepffner
daniel.hoepffner@siemens.com

ViP Potsdam

- Ivo Köhler
ivo.koehler@vip-potsdam.de



AStrID – Autonome Straßenbahn im Depot

Gefördert durch: