

## Automatisierte Betriebshoffahrten bei den Verkehrsbetrieben Zürich

Der heutige Stand der Technik und die umgebungsbedingten Voraussetzungen des städtischen Trambetriebes zeigen, dass eine Vollautomatisierung im Regelbetrieb noch in der Zukunft liegt. Aktueller Schwerpunkt der Innovation und Entwicklung im Trambereich sind Fahrerassistenzsysteme, welche zur Kollisionserkennung und -verhinderung sowie zur Geschwindigkeitsüberwachung eingesetzt werden und auf den meisten neuen Trams standardmässig verbaut sind. Im Gegensatz zum Regelbetrieb auf der Strecke bietet der Betriebshof ein geeignetes Umfeld für eine Vollautomatisierung der Tramfahrten. So weist der Betriebshof unter anderem einen abgegrenzten Bereich, ausschliesslich geschultes Personal und tiefe Geschwindigkeiten auf.

Diese Arbeit befasst sich mit der Automatisierung solcher Tramfahrten innerhalb des Betriebshofes. In einer ersten Phase werden gemäss eines normierten Vorgehens aus der Bahnbranche Systemanforderungen an einen automatisierten Betriebshof erarbeitet. Dazu wird das System zunächst (aufbauend auf dem konventionellen Betriebshof) definiert. Danach werden mithilfe von Use Cases die Betriebsaufgaben des automatisierten Betriebshofes erfasst. Abgeleitet aus den Use Cases werden Funktionen erarbeitet, welche die verschiedenen Akteure des automatisierten Betriebshofes erfüllen müssen. Auf Basis einer Gefährdungsanalyse und Risikobewertung werden noch die notwendigen Sicherheitsfunktionen ergänzt. In einer zweiten Phase werden für alle Funktionen Möglichkeiten der konzeptionellen Umsetzung aufgezeigt. Dazu gehören beispielsweise gestalterische Aspekte oder die Umsetzung verschiedener technischer oder organisatorischer Varianten. Die Resultate werden zusätzlich bewertet, und es wird eine Empfehlung der zu kombinierenden Möglichkeiten abgegeben.

Die erarbeiteten Systemfunktionen sowie deren Umsetzung zeigen auf, dass es wichtig ist, möglichst viel Sicherheitsverantwortung dem Tram und nicht der Betriebshofinfrastruktur zuzuweisen, da das System sonst nicht als Grundlage für die Automatisierung des Regelbetriebs mit Fahrgästen genutzt werden kann. Des Weiteren soll das System zunächst mithilfe des Einflusses und der Überwachung durch Mitarbeiter betrieben werden. Im Zuge der Weiterentwicklung soll jedoch auch der Mitarbeiteranteil und der Grad der Überwachung abnehmen.



Diplomierende

Felix Angstmann  
Robin Jerger

Dozierende

Monika Ulrike Reif  
Andrea Del Duce



Innenansicht des Betriebshof  
Wollishofen (eigenes Bild)



Flexity-Tram der Verkehrsbetriebe  
Zürich (Limmattalerzeitung, «Zürichs  
neues Tram stösst bei Fahrgästen  
und -personal auf Anklang»,  
31.10.2020)