

## KURZFASSUNG

Die Wuppertaler Schwebbahn ist ein Wahrzeichen Wuppertals und das wichtigste öffentliche Nahverkehrsmittel der Stadt. Im Zuge von Modernisierungsmaßnahmen wurde die Einführung eines autonomen Betriebes der Schwebbahn in Betracht gezogen, jedoch durch mehrheitliche Entscheidung der Stadt Wuppertal abgelehnt. Durch die starken Veränderungen im System Schwebbahn ist eine erneute Untersuchung der Einführung eines autonomen Betriebes erstrebenswert.

Ziel dieser Master-Thesis ist es, die technisch notwendigen Maßnahmen zur Automatisierung der Wuppertaler Schwebbahn zu untersuchen und unter Abwägung der möglichen Alternativen die betrieblich und monetär günstigsten Maßnahmen zu wählen. Dabei wird das System Schwebbahn im ersten Schritt genauer erläutert und notwendige Handlungsmaßnahmen zur Einführung eines automatisierten Betriebes aufgezeigt. Im System Schwebbahn ergeben sich aufgrund der spezifischen Eigenschaften drei systemkritische Stellen, die einen automatisierten Betrieb aktuell nicht ermöglichen. Für diese systemkritischen Stellen müssen technische Lösungen erarbeitet werden. Mithilfe einer Machbarkeitsstudie und mittels Ansätze vergleichbarer Systeme sind Lösungen für die systemkritischen Stellen vorhanden, sodass ein automatisierter Betrieb grundsätzlich technisch machbar ist.

Auf der Basis dieser Erkenntnis können verschiedene Betriebsvarianten entwickelt werden, die einen automatisierten Fahrbetrieb ermöglichen und im Bereich der Schwebbahn auch machbar sind. Die Betriebsvarianten orientieren sich dabei stark an den vom Internationalen Verband für öffentliches Verkehrswesen entwickelten verschiedenen Automatisierungsstufen. Für diese Betriebsvarianten wird eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durchgeführt, die mithilfe des Life-Cycle-Cost-Ansatzes sämtliche Kosten zur Einführung eines automatisierten Betriebes berücksichtigt. Um eine Aussage über die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit zu ermöglichen, findet eine Gegenüberstellung der verschiedenen Betriebsvarianten mit der aktuellen Betriebsvariante statt. Ökonomisch weisen alle automatisierten Betriebsvarianten höhere Kosten auf, die sich insbesondere durch hohe Investitionskosten für ein Betriebssystem ergeben. Eine Amortisation der Investitionskosten durch die Einsparung von Personalkosten ist nicht vollständig möglich.

Unter Beachtung betrieblicher und ökonomischer Erkenntnisse ist die Einführung eines automatisierten Betriebes der Wuppertaler Schwebbahn nicht zu empfehlen.

## ABSTRACT

The suspension railway in Wuppertal is a symbol of the city of Wuppertal and the city's most important public transport. Over the course of modernization program, the implementation of an autonomous operation of the suspension railway was considered but rejected by majority decision of the city of Wuppertal. Due to the strong changes in the suspension railway system a re-examination of the implementation of an autonomous operation is worthwhile.

The aim of this master's thesis is to investigate the technically necessary measures for the automation of the suspension railway in Wuppertal and, considering the possible alternatives, to select the most cost-effective and operational measures. The system hover way will be explained in more detail in the first step and necessary measures for the introduction of an automated operation will be shown. Due to the specific properties of the suspension railway system, there are three system-critical points that currently do not allow automated operation. Technical solutions must be developed for these system-critical points. A feasibility study and approaches from comparable systems provide solutions for the system-critical parts, so that automated operation is fundamentally technically feasible.

Based on this knowledge, various operating variants can be developed which enable automated driving operation and are also feasible in the monorail. The operating variants are based strongly on the different automation levels developed by the International Association of Public Transport. For these operating variants, an economic feasibility study is carried out, which uses the life-cycle-cost approach to consider all the costs involved in the introduction of automated operation. To make a statement about the economic advantage, a comparison of the different operating variants with the current operating variant takes place. Economically, all automated operating variants have higher costs, which result from high investment costs for an operating system. The amortization of the investment costs by the saving of personnel costs is not completely possible.

Considering operational and economic findings, the introduction of an automated operation of the suspension railway in Wuppertal is not recommended.