

# Qualitäts- und Innovationspreis Gleisbau 2017

## 1) Träger des Vorschlages

Fremdvorschlag

Eigenvorschlag

Vorschlagender:

Referenzperson (bei Eigenvorschlag):

Prof. Dr.-Ing. Martin Cichon, Institutsleiter IFZN, Technische Hochschule Nürnberg  
Georg-Simon-Ohm, Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg, Tel. 0911-5880-1321

Den Vorschlag vor der Jury präsentieren wird

Johanna Klein, M.Sc.

## 2) Maßnahme/Vorhaben/Projekt

Bezeichnung: Digitalisierung der Infrastruktur von Gleisanlagen zur Erstellung einer  
Navigationsplattform für den autonomen Rangierbetrieb

Ort: Technische Hochschule Nürnberg

Zeitpunkt/-raum: 01.09.2016 – 15.02.2017

Beteiligte (einschl. Kennzeichnung der Auszuzeichnenden):

Johanna Klein, B.Eng., Betreuer: Roman Schaal, M.Eng., Berichterstatter: Prof. Dr.-  
Ing. Martin Cichon

## Beschreibung der Leistung

### a) Allgemeine Beschreibung

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit der Umsetzung der Digitalisierung der Gleisinfrastruktur des Einfahrbahnhofs eines Rangierbahnhofs im Hinblick auf eine Nutzbarkeit mit autonomen Rangierfahrzeugen. Hierauf baut die Navigationsplattform für den autonomen Rangierbetrieb auf, die eine Routenberechnung unter Berücksichtigung von gegebenen Einschränkungen ermöglicht.

Im ersten Teil wird in einer Einführung der Aufgabenstellung auf die Grundlagen der Ortung, Navigation und der mathematischen Graphenbildung eingegangen.

Der zweite Teil der Arbeit beschäftigt sich mit einer Methode zur Aufbereitung eines georeferenzierten Gleisplans, der die Infrastruktur des Rangierbahnhofs abbildet. Bei der Bearbeitung und Extraktion der Daten wurde die im Verlauf der Arbeit durchzuführende Graphenbildung und die damit verbundene Abbildung der Gleisinfrastruktur besonders berücksichtigt.

Im dritten Teil der Arbeit wird eine Methode vorgestellt, mit der unter Softwareeinsatz die extrahierten und aufbereiteten Daten in einen mathematischen Graphen überführt werden. Dieser enthält alle notwendigen Informationen der Gleisinfrastruktur entsprechend bestimmter Forderungen, die sich aus dem Fahrbetrieb ergeben. Durch die klassische Graphenbildung, wie sie für Kraftfahrzeugnavigation eingesetzt wird, können spurgebundene Fahrmanöver bei Weichen und Kreuzungen nicht korrekt abgebildet werden. Daher wurde besonderer Wert darauf gelegt, die verschiedenen Weichenbauformen, die im Einfahrbahnhof des Nürnberger Rangierbahnhofs zu finden sind, in einer Art und Weise im Graphen abzubilden, die diese Fahrmanöver berücksichtigt und korrekt ermöglicht. Die erarbeitete Methode bietet die Möglichkeit, beliebige Infrastrukturdaten, die in vergleichbarer Form vorliegen, in eine digitalisierte Form zu überführen, die wiederum für autonome Rangierfahrzeugbewegungen genutzt werden können.

Im vierten und damit letzten Teil der Arbeit werden die Funktionen vorgestellt, die das Arbeiten mit dem Graphen ermöglichen und damit die Navigationsplattform darstellen. Die Navigationsplattform bietet die Möglichkeit, mehrere Rangierlokomotiven parallel im System einzusetzen und Routen in Abhängigkeit voneinander zu erstellen.

Für die Umsetzung der Digitalisierung wurden keine Anforderungen gestellt, jedoch sollte die Navigationsplattform verschiedene Szenarien ermöglichen. Neben dem Einsatz mehrerer

Loks sollte es dem Nutzer möglich sein, Gleise zu sperren bzw. zu belegen und diese wieder freizugeben. Signale sollten aufgrund der gewählten Route entsprechend angepasst werden. Als Ergebnis erhält der Nutzer die Route der Lokomotive mit allen relevanten Informationen, die für die Loksteuerung benötigt werden.

Für die Umsetzung der Arbeit wurden von der DB Netz AG Gleispläne des Nürnberger Rangierbahnhofs sowie Längsschnitte des Rangierbahnhofs zur Verfügung gestellt. Die Aufgabenstellung wurde am 01.09.2016 ausgegeben und die Masterarbeit am 15.02.2017 abgegeben. Die Ziele der Masterarbeit wurden unter Verwendung der Softwareumgebungen AutoCAD 2016, AutoCAD Map 3D 2017 und Mathworks Matlab R2016a erreicht.

b) Hinweise/ Angaben, weshalb die Leistung besonders herausragt und damit preiswürdig ist.

Im Bereich der Fahrzeugtechnik werden derzeit große Anstrengungen unternommen, durch Fahrerassistenzsysteme und teilautonomes oder teilautomatisiertes Fahren die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von Transport und Verkehr zu erhöhen. Auch im Bereich des Schienenverkehrs sind innovative Ansätze im Forschungs- und Entwicklungsbereich der Fahrzeugtechnik in Bearbeitung. Das Ziel der Verbesserung von Sicherheit und Wirtschaftlichkeit kann jedoch nur erreicht werden, wenn auch auf Seiten der Infrastruktur entsprechende Innovationen strategisch verfolgt werden. Die vorliegende Arbeit greift hier an einem Punkt an, der die Vernetzung von Infrastruktur und Fahrzeugen entscheidend beeinflussen kann.

Die Ortskenntnis ist für autonome Fahrzeuge oder aber auch für Fahrerassistenzsysteme von grundlegender Bedeutung. Dabei kommt es nicht nur auf gleisgenaue Ortung, sondern auch auf die Kenntnis der Möglichkeiten von Fahrmanövern mit allen Restriktionen wie Weichen, Kreuzungen, Signalstandorten und Gleisbelegungen an.

Die Vorliegende Arbeit erlaubt es, anhand vorliegender Gleispläne die erforderlichen digitalen Informationen für autonomes oder assistiertes Fahren auf Schieneninfrastruktur zur Verfügung zu stellen. Sie leistet damit einen grundlegenden Beitrag zur Innovation auf der Schiene, der Vernetzung von Fahrweg und Fahrzeug und ist im Wesentlichen mit den vorhandenen Mitteln einsetzbar. Der Einsatz der erarbeiteten Methoden und deren Weiterentwicklung ist eine direkte Investition in die Zukunftsfähigkeit des Systems Eisenbahn, insbesondere des Schienengüterverkehrs.

## Zusätzliche Angaben bei Einreichung einer wissenschaftlichen Arbeit (Dissertation, Diplomarbeit)

### a) Bewertung / Benotung

Frau Klein bearbeitete die Aufgabenstellung in sehr selbständiger Weise und brachte ihre eigenen Überlegungen an den entscheidenden Stellen mit ein. Der Themenumfang erforderte interdisziplinäres Arbeiten auf den Gebieten des Bauingenieurwesens, der angewandten Mathematik und auch der Fahrzeugtechnik, welches die Bearbeiterin zweckmäßig umsetzte. Notwendiges Fachwissen erarbeitete sie sich sorgfältig und zielgerichtet.

Die Arbeit entstand im Rahmen des interdisziplinären Masterstudiengangs „Urbane Mobilität“ der Fakultät Bauingenieurwesen an der TH Nürnberg und wurde am Institut für Fahrzeugtechnik der Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik betreut.

Bewertet wurde die Masterarbeit mit „sehr gut“.

### b) Hinweise/Angaben, weshalb die Arbeit aus wissenschaftlicher Sicht besonders herausragt und damit preiswürdig ist.

Die Arbeit enthält wertvolle Impulse zur Vernetzung von Infrastruktur- und Gleisbauthemen mit der Fahrzeugtechnik und zeigt damit die Wichtigkeit interdisziplinärer Denkweise auf, wenn es um Innovationen geht. Besonders herausragend dabei sind mehrere Aspekte: zum einen ist der Aspekt der Wirtschaftlichkeit zu sehen, da für die Erstellung der erforderlichen Datensätze im Wesentlichen auf vorhandene Pläne zurückgegriffen werden kann. Es sind also normalerweise keine neuen Vermessungen notwendig. Zum anderen wurde in der Arbeit hergeleitet, welcher Art die Informationen für eine zukünftige Möglichkeit für autonomes Rangieren sein müssen und nach welcher Methode diese erlangt werden können. Drittens wurden spezifische Anforderungen wie sie nur bei schienengebundenen Systemen vorliegen berücksichtigt, was durch Navigationsplattformen der Kraftfahrzeugtechnik nicht geleistet wird.

24.04.2017



.....  
(Datum, Unterschrift)