

Company

## **Autonome Fahrzeuge im ÖPNV**

Ein Forschungsprojekt und Erfahrungsbericht der Technischen Universität Darmstadt und HEAG mobilio GmbH

Die Digitalisierung und Automatisierung hält nicht nur Einzug in Personenkraftfahrzeugen, sondern auch mittlerweile in den öffentlichen Nahverkehr. Es interessiert hier vor allem, wie die digitale Transformation zu Ressourceneffizienz und Verbesserung im Betriebsablauf beitragen kann und das Angebot für Kund\*Innen verbessert wird.

Hierzu hat die TU Darmstadt am Fachgebiet Fahrzeugtechnik seit Ende 2017 in Zusammenarbeit mit dem lokalen Nahverkehrsunternehmen HEAG mobilio GmbH am automatisierten und teleoperierten Fahren von Straßenbahnen geforscht.

NetModule liefert mit ihren Routern die dafür notwendigen Geräte zur Konnektivität zwischen dem Schienenfahrzeug der Trambahn und den entsprechenden Cloud-Anwendungen.



### **Das Forschungsprojekt MAAS**

In der **Machbarkeitsstudie** zur **Automatisierung** und **Assistenzsystemen** in **Straßenbahn** (MAAS) wird unter anderem untersucht, welche Technologien aus anderen Gebieten wie dem Kraftfahrzeugbereich auf den Straßenbahnbetrieb übertragen werden können. Dabei werden sowohl die Möglichkeiten einer automatisierten Fahrt analysiert als auch von einer Teleoperation – also der Fernsteuerung der Bahn. Um die Straßenbahnen von einem Rechner aus fernzusteuern, sind unter anderem verschiedenste Kameradaten notwendig, die an den Telearbeitsplatz übermittelt werden müssen, und von diesem wieder Steuerbefehle zurück an die Straßenbahn. Zur Evaluation wird eine breit gefächerte Umfeld-Erfassung mittels Radar-, Lidar-, Ultraschallsensoren sowie Stereo-Weitwinkel und IR-Kameras eingesetzt. Diese enormen Datenmengen werden mittels einer Mobilfunkverbindung an die Zentrale übertragen, welche nahezu in Echtzeit erfolgen muss. Der derzeitige Mobilfunkstandard LTE (4G) wird hier mittelfristig Grenzen erreichen da in Ballungszentren zu viele Nutzer auf die Kapazitäten einer Funkzelle zugreifen und Latenzen

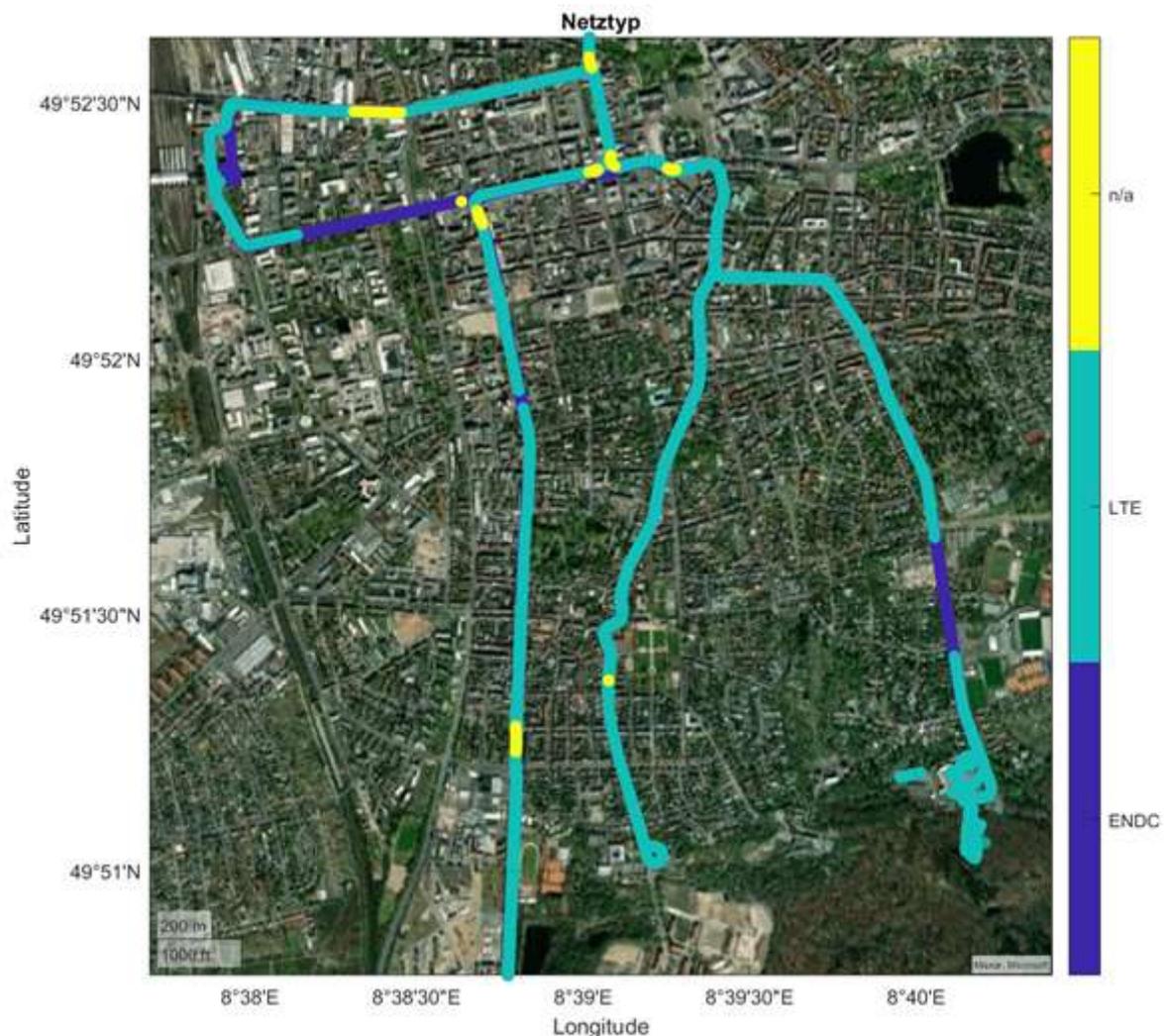
eine Gefahr darstellen können. NetModule hat der TU Darmstadt den 5G Router NB3800 5G zur Verfügung gestellt, um ihr Forschungsprojekt mit dem neuesten Mobilfunkstandard durchzuführen. Diese Technologie erlaubt es, sehr große Datenmengen - in diesem Fall HD-Bildmaterial - binnen Millisekunden zu übertragen und dabei die Latenz auf ein Minimum zu halten.

### Zukunftssicher mit 5G

Nachdem im Projekt MAAS schon seit mehreren Jahren der NB3800 Router mit LTE von NetModule verwendet wird, und der damit sehr positiv verbundenen Erfahrungen war es naheliegend den NB3800 5G für die Evaluierung einzusetzen.

Der 5G Router wurde, an gleicher Stelle wie der bestehende 4G Router, im Innenraum der MAASBahn verbaut und mit einer bereits auf dem Dach angebrachten Antenne (Sencity Rail MIMO) verbunden. Diese Antenne deckt den 3,7 GHz-Frequenzbereich für 5G ab und wurde schon im Zusammenspiel mit dem NB3800 mit LTE verwendet. Hier zeigt sich die Investitionssicherheit der einzelnen Komponenten und Installationen, wenn sie sowohl mit LTE als auch mit 5G betrieben werden können.

Für den NB3800 im LTE-Betrieb wurden bereits zuvor schon einige Skripte geschrieben, die es ermöglichen, Informationen wie Signalstärken, Service Typ, genutztes Frequenzband und berechnete Datenraten auszugeben. Diese Skripte konnten ohne Anpassungen im NB3800 5G weitergenutzt werden.



Verfügbarkeit von LTE und ENDC(5G) am Streckennetz der Straßenbahn in Darmstadt

## **Fazit**

Wie bisher mit dem NB3800 LTE konnte im Projekt MAAS auch mit dem NB3800 5G eine konstante Verbindung aufgebaut werden. Durch die Skripte in den Routern konnte für beide Netze eine Mobilfunkqualität entlang des Darmstädter Straßenbahnnetzes untersucht werden. Die Messungen zeigten, dass erhebliche örtliche, aber auch zeitliche Unterschiede in den verfügbaren Datenraten zu sehen waren. Da das 5G Netz in Darmstadt auf einem Non-Standalone (NSA) Netz basiert, waren die Upload-Raten sehr zufriedenstellend aber vergleichsweise zu einem LTE-Netz zu gering. Hier muss auf ein Standalone 5G Netz gesetzt werden, welches der NB3800 5G ebenfalls unterstützt. Grundsätzlich kann man feststellen, dass die aktuellen LTE-Netze in einem guten Ausbaugbiet hohe Datenraten bieten, die auch teleoperiertes Fahren ermöglichen. Die Tests haben ebenfalls gezeigt, dass mit NetModule Technik die Investitionssicherheit in einem Schienenfahrzeug gegeben ist. Selbst bei dem Betrieb in unterschiedlichen Netzwerken mussten lediglich die Router aus- bzw. eingebaut werden. Verkabelung, Antennen und somit auch wesentliche Themen im Fahrzeugbau, die für die Zulassung und Brandschutz verantwortlich sind, mussten nicht berücksichtigt werden.

## **Blick in die Zukunft**

Automatisierte Straßenbahnen und allgemein Schienenfahrzeuge bieten vielfältige Chancen in der Zukunft. Der praktische Nutzen der Automatisierung und Teleoperation kann in vielen Bereichen liegen. Langfristig ist es denkbar, dass automatisierte Straßenbahnen mit teleoperierter Unterstützung Fahrten in der Nacht übernehmen. Neben Güterverkehr kann in den Randgebieten das Angebot des öffentlichen Personennahverkehrs wirtschaftlich ausgebaut werden. Ein weiterer Nutzen liegt im vorausschauenden Fahren. Hier kann mittels intelligenter Fahrsteuerung die Schaltung der Lichtsignale angepasst werden. Durch geringere Brems- und Beschleunigungs-Aktivität wird Verschleiß reduziert und der Verkehrsfluss verbessert. Kollisionen und Notbremsassistenzsysteme würden ein Plus an Sicherheit bieten. Um all das umzusetzen ist eine extrem schnelle Datenkommunikation notwendig, welche der NB3800 5G bietet.