

# Exploring Project im Transferzentrum 5G4KMU

DrivingLocation



## Ausgangssituation

Alles ist im Fluss. Das gilt insbesondere für den Transport von Gütern auf Werksgeländen und in Hallen. Im Kontext des zunehmenden Fachkräftemangels in der Logistik, setzen erste Unternehmen bereits auf Möglichkeiten der Automatisierung und Fernsteuerung von LKWs oder Gabelstapler. In solchen Szenarien steuert und kontrolliert ein Mensch – aus der Ferne – mehrere Fahrzeuge und trainiert diese dabei zeitgleich für einen autonomen Einsatz. Eine technische Grundvoraussetzung für den Einsatz einer Fernsteuerung sind dabei schnelle und vor allem ausfallsichere Funknetzwerke wie beispielsweise 5G.

## Zielstellung

Aufbauend auf dem vorangegangenen Quick Check soll in diesem Exploring Projekt, das Zusammenspiel von einer 5G-Fahrzeugfernsteuerung und dem Ortungsstandard omlox untersucht werden, um durch die Kombination beider Technologien zukünftig, zum einen die Fernsteuerung vorausschauender zu gestalten und zum anderen den Materialfluss auf Werksgeländen oder in Hallen ganzheitlich zu optimieren.

## Allgemeiner Versuchsaufbau

Als mobile Testhardware wird innerhalb des Projektes ein kleines Modellauto verwendet. Dieses Modellauto sendet über 5G ein Videosignal an eine Fernsteuerungsanwendung auf einem PC und enthält von der Fernsteuerungsanwendung entsprechende Steuerungssignale. Innerhalb des Testareals wurde ein Echtzeitortungssystem auf Basis des omlox Standards in der Version 1.0 installiert. Das System ortet bewegliche Objekte mit Hilfe der Ultra-Wideband-Technologie (UWB) sehr schnell und robust.

Über die omlox-middleware der Firma Flowcate namens DeepHub® werden die Ortungsdaten aggregiert, aufbereitet und in Echtzeit auf einer interaktiven Karte dargestellt. Darüber hinaus verwaltet der DeepHub® sogenannte Geo-Fences und berechnet, wann ein Objekt den Geo-Fence betritt oder verlässt. Über die omlox-API werden diese Daten an die Fernsteuerungsanwendung übermittelt, um im konkreten Fall beim Befahren eines gefährdeten Bereiches einen Not-Stopp auszulösen.

### Test-Hardware

Als Basis für den Versuch wird das Modellauto PiRacer Pro verwendet. Dieses Fahrzeug trägt einen Raspberry Pi 4, der durch den Akku des Autos mit Strom versorgt wird. Darüber hinaus wird an dem Raspberry PI eine Kamera, ein 5G-Modem (Quectel RMU-500EK) sowie ein omlox- UWB-Tag befestigt. Abbildung 1 stellt das eigens für dieses Exploring Project konzipierte und entwickelte Modellauto dar.



Abbildung 1: Eigens für das Exploring Project konzipierte und entwickelte Modellauto

### Softwaresetup

Für die Verbindung der Komponenten wird auf MQTT, HTTP und WebSocket gesetzt. Mit MQTT lassen sich Nachrichten auch an mehrere Komponenten gleichzeitig senden. Außerdem kann dadurch jede Komponente nur die Daten empfangen, die sie auch tatsächlich benötigt.

Die Komponente Car Control fragt Daten wie GeoFences per HTTP vom DeepHub® ab. Bei Eintritt in einen GeoFence werden Lokalisierungsdaten und Events über WebSocket an das Modellauto gesendet. Diese werden dann übersetzt und mittels MQTT weitergeleitet. Darüber hinaus wird ein Webserver auf einer Virtuellen Maschine (VM) in der Edge Cloud ausgeführt. Der Webserver nutzt die Daten der verschiedenen Quellen und stellt sie für den Web Client in einem Webinterface dar. Darüber lässt sich auch das Auto steuern und die Geschwindigkeit limitieren. Abbildung 2 stellt den Software-Aufbau dar.

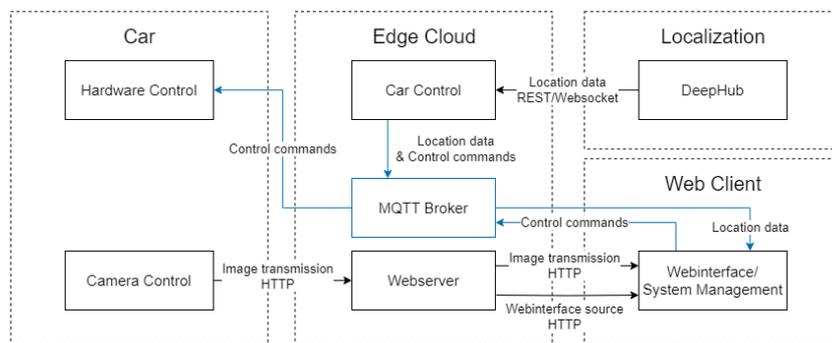


Abbildung 2: Software-Aufbau

Wenn das Auto die Grenze eines GeoFences überschreitet, wird dies vom DeepHub® erkannt. Dieser sendet dann ein FenceEntry-Event an die Car-Control-Komponente, welche dann ein Stopp-Kommando per MQTT an das Modellauto sendet. Sobald die Komponente Hardware Control des Modellautos dieses Stopp-Kommando erhält, bremst das Auto sofort und hält an. Im Webinterface wird das Empfangen des Stopp-Kommandos ebenfalls sofort angezeigt, indem die Anzeige von Running auf Stop wechselt. Abbildung 3 stellt das Web-Interface dar.

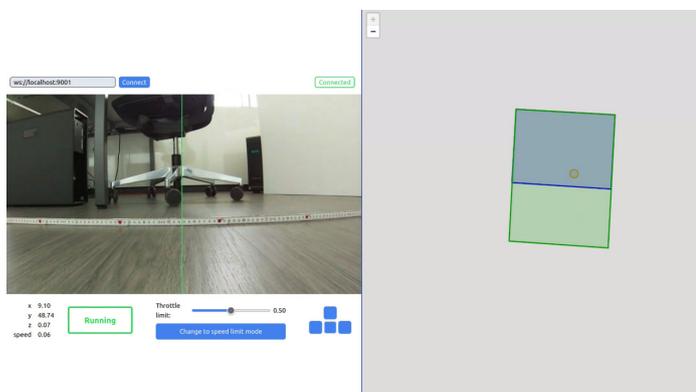


Abbildung 3: Web-Interface

Um die Zeitdifferenz zwischen dem Ereignis „Auto tritt in GeoFence ein“ und „Lokalisierungssystem sendet Event“ zu berechnen, wurde das Webinterface mit dem Videosignal und der Position des Modellautos aufgezeichnet und anschließend Bild für Bild ausgewertet.

## Testergebnisse

Innerhalb der Versuchsreihen wurden folgende Erkenntnisse gewonnen.

### Gesamtarchitektur und Integration

Das Zusammenspiel zwischen Fahrzeugsteuerung und omlox-basierten Ortungsplattform stellt eine signifikante Erweiterung des Anwendungsspektrums dar und erlaubt prinzipiell eine ganzheitliche Darstellung aller Bewegungsvorgänge und die Nutzung von Geo-Events zur optimierten Fernsteuerung. Auf Basis der standardisierten omlox-API konnte der DeepHub® sehr leicht integriert werden.

### Zeitsynchronisation zwischen Fahrzeugsteuerung und Echtzeitortung

Innerhalb der Versuchsreihen hat sich herausgestellt, dass es beim Parallelbetrieb von 5G-Netzwerk und dem UWB-Ortungssystem zu starken Netzwerk-Interferenzen kommt, da beide Systeme in einem ähnlichen Frequenzspektrum operieren. Ist das 5G-Netzwerk eingeschaltet und werden die Videosignale darüber übertragen, werden keine Lokalisierungsdaten mehr an den DeepHub® gesendet. Die Netzwerk-Interferenzen verhindern eine korrekte Positionsbestimmung innerhalb des UWB-Systems. Mit abgeschaltetem 5G-Netz funktioniert der Versuchsaufbau wie geplant: Das Auto hält automatisch kurz nach Eintritt in den GeoFence an.

## Fazit und Ausblick

Das im vorangegangenen Quick Check konzipierte Exploring Project wurde erfolgreich prototypisch umgesetzt. Im Kontext der schnell voranschreitenden Weiterentwicklung des omlox-Standards, ist dieser mittlerweile in einer Version 2.0 verfügbar, bei dem das UWB-System in einem höheren Frequenzband operiert und damit Netzwerk-Interferenzen mit 5G ausgeschlossen werden können.

Im Hinblick auf die Weiterentwicklung des Versuchsaufbaus hin zu einem ganzheitlichen Verkehrsmanagement und optimierten Materialfluss, könnte man zusätzliche Ortungssysteme an den DeepHub® anschließen. Dazu zählen beispielsweise Kamerasysteme aus einer Liegenschaftsüberwachung, RFID-Gateways an Toren oder andere Funk-basierte Ortungssysteme die zum Beispiel auf Bluetooth Low Energy (BLE) basieren. Abbildung 4 stellt ein solches Szenario schematisch dar.

Darüber hinaus könnte man die in omlox enthaltene Kollisionserkennung nutzen, um für weitere Fahrzeuge eine unabhängige Orchestrierung zur ermöglichen. Der omlox Standard im Zusammenspiel mit der Ortungsmiddleware DeepHub von Flowcate bietet hier vielfältige Möglichkeiten.



Abbildung 4: Ganzheitliche Verkehrsüberwachung und Materialflussteuerung via omlox und DeepHub®

„Innovation an der Nahtstelle von Technologien und Geschäftsprozessen, das zeichnete die Zusammenarbeit im gemeinsamen „Exploring Projekt“ aus. Mit der verprobten Technologie-Kombination auf Basis des omlox-Ortungsstandards und 5G, kann der Materialfluss in Unternehmen ganzheitlich optimiert und neue Arbeitskonzepte in der Logistik - auf Basis von Fernsteuerung und Automation - sicherer umgesetzt werden.“ Dr. Matthias Jöst, Geschäftsführer

