

# Literraturrecherche zu Standards, Zuverlässigkeit und Verzögerung von Fahrzeug-Fahrzeug- und Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation

## Bachelor's Thesis von Pascal Khalifeh

### Mentorinnen:

M.Sc. Tanja Niels

Dr.-Ing. Sabine Krause

Tabelle 1: Richtwerte des 3GPP zu den fortgeschrittenen Anwendungsfällen der Fahrzeugkommunikation [G. Naik et al. 2019, S. 70172]

Anwendungsfall	Max. Latenzzeit [msec]	Max. Dateigröße [Bytes]	Zuverlässigkeit [%]	Übertragungsrate [Mbps]	Min. Reichweite [m]
Fahrzeug-Platooning	10 - 500	50 - 600	90 - 99.99	50 - 65	80 - 350
Fortgeschrittenes autonomes Fahren	3 - 100	300 - 12000	90 - 99.999	10 - 50	360 - 500
Erweiterte Sensorik	3 - 100	1600	90 - 99.999	10 - 100	50 - 1000
Ferngesteuertes Fahren	5	/	99.999	Uplink: 25 Downlink: 1	/

Mit Hilfe der LTE Technologie können Fahrzeuge auf zwei Arten kommunizieren: Direkt (PC5; Abbildung 2, rechts) und über eine Base Station (Uu; Abbildung 2, links). Die direkte Kommunikation oder auch Sidelink Kommunikation genannt, erlaubt es Verkehrsteilnehmern eine direkte Verbindung zueinander aufzubauen, ohne auf das Vorliegen einer Mobilfunkinfrastruktur angewiesen zu sein. 3GPP definiert hierfür zwei Modi: „mode 3“ und „mode 4“. In mode 3 kommunizieren zwei Fahrzeuge direkt miteinander, doch die Verwaltung der Ressourcen erfolgt durch die Mobilfunk-Infrastruktur. In mode 4 managen die Fahrzeuge selbstständig die zur Verfügung stehenden Ressourcen, ohne auf eine Verbindung mit dem Netzwerk angewiesen zu. Somit ist mode 4 für Fahrzeuge von großer Bedeutung, da Sicherheitsanwendungen auch im Falle eines Funkloches funktionsfähig bleiben.

Das Nutzen von Intelligenten Transport Systemen (ITS) kann den Straßenverkehr deutlich sicherer machen und die Effizienz der Fahrzeuge enorm steigern. Viele der Anwendungen von IST erfordern allerdings hohe Anforderungen an die genutzte Kommunikationstechnologie. Deshalb definiert eine Vereinigung diverser Organisationen zur Standardisierung der Telekommunikation (3GPP) die erforderlichen Richtwerte für das Nutzen komplexer IST-Anwendungen (siehe Tabelle 1). Untersucht wurden die drei Technologien DSRC, LTE und 5G. DSRC ist eine Technologie, welche über infrastrukturseitige. DSRC funktioniert über Funksende- und -empfangsgeräte, die sowohl in Fahrzeugen als auch an der Straße, beziehungsweise der Infrastruktur angebracht werden. Dieses Anbringen von Roadside Units muss flächendeckend vorgenommen werden, bevor die Technologie voll zum Einsatz kommen kann. Aktuell findet DSRC Anwendung zur elektronischen Mauterhebung in Japan und Nord Amerika

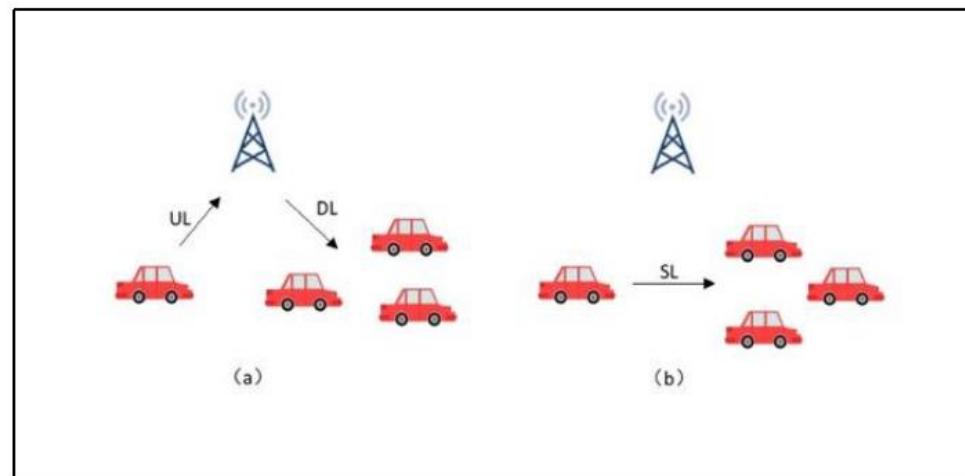


Abbildung 2: LTE-Kommunikationsmodi. (a) Uu Modus für LTE-V2X (b) PC5 Modus für LTE-V2X [Wang et al. 2019, S. 2]

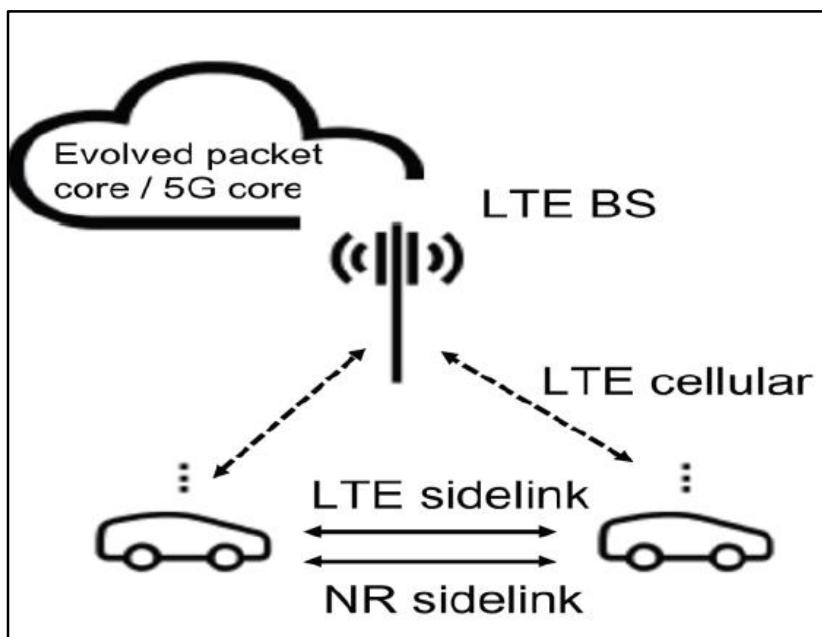


Abbildung 9: Sidelink Betriebsszenariu unter LTE-Steuerung [S. A. Ashraf et al. 2020, S. 28]

5G New Radio ist die zuverlässigste und schnellste von den betrachteten Technologien. Verschiedene Simulationen zeigten, dass New Radio bereits in der Lage wäre komplexe ITS-Anwendungen zu unterstützen. Außerdem wäre für die Nutzung von New Radio wenig zusätzliche Infrastruktur nötig, da die Steuerung der Sidelink Kommunikation auch über LTE-Basisstationen, welche mit dem 5G Kernnetz verbunden sind, möglich ist (siehe Abbildung 3).

Ein Einsatz von komplexen ITS-Anwendungen in einer realen Umgebung ist aktuell jedoch noch nicht vorstellbar. Es existieren diverse Sicherheits- und Privatsphärenrisiken, für welche es noch keine Lösung gibt. Die 5GAA erwartet allerdings bereits in den nächsten zwei Jahren einen großflächigen Einsatz von Effizienz und Sicherheitsanwendungen. Weitere Anwendungen kommen in den darauf folgenden Jahren hinzu. Interaktionen zwischen Fahrzeugen und beispielsweise Mobiltelefonen werden im Jahr 2027 erwartet.

S. A. Ashraf; R. Blasco; H. Do; G. Fodor; C. Zhang; W. Sun (2020): Supporting Vehicle-to-Everything Services by 5G New Radio Release-16 Systems. In: *IEEE Communications Standards Magazine* 4 (1), S. 26–32. DOI: 10.1109/MCOM-STD.001.1900047.

Wang, Jian; Shao, Yameng; Ge, Yuming; Yu, Rundong (2019): A Survey of Vehicle to Everything (V2X) Testing (Sensors, 19).

G. Naik; B. Choudhury; J. Park (2019): IEEE 802.11bd & 5G NR V2X: Evolution of Radio Access Technologies for V2X Communications. In: *IEEE Access* 7, S. 70169–70184. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2919489.