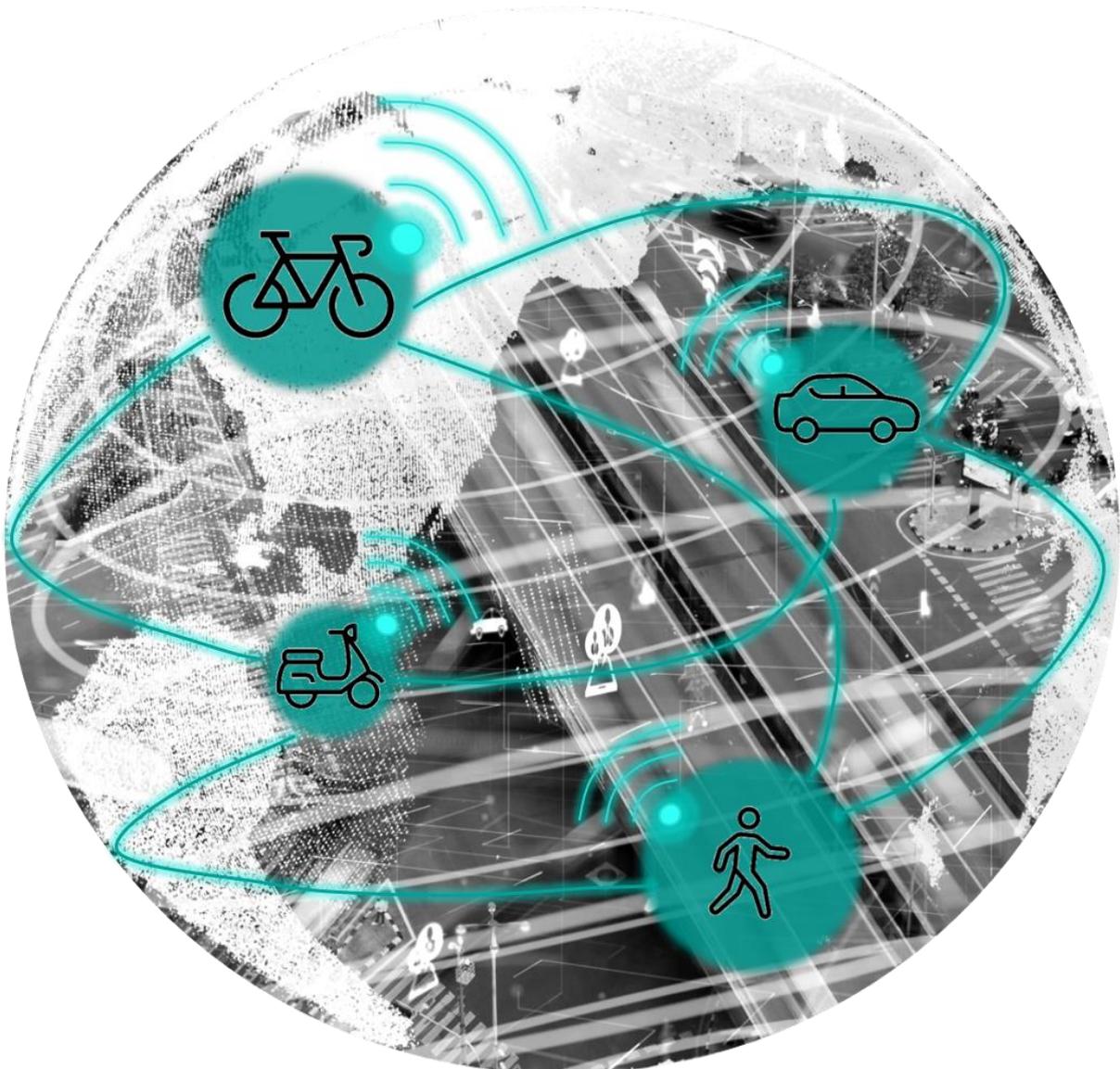


V2X für Fußgänger und Zweiräder: Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer

JOYNEXT Whitepaper

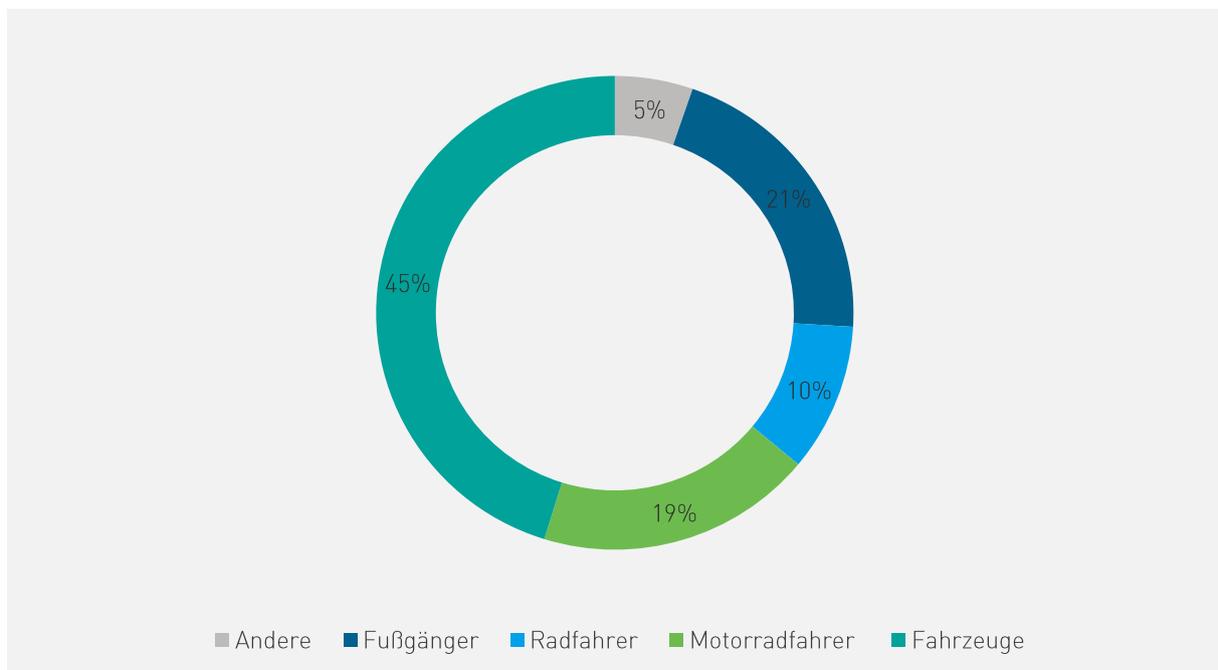


► INHALT

01 Warum der Schutz von schwachen Verkehrsteilnehmern so wichtig ist	3
02 Wie könnte V2X beim Schutz von schwachen Verkehrsteilnehmern eingesetzt werden?	4
Anwendungsfall „Blockierte Sicht“	5
Zur V2X Funktionsweise	7
03 V2X-Lösungen für Fußgänger und Zweiräder	9
V2X-Netzwerklösung	10
Smarte V2X-Infrastruktur	10
V2X-Direktlösung (Fahrrad-Gadget)	11
04 Herausforderungen	13
05 Zusammenfassung	14
06 Über JOYNEXT	15
Kontakt	16
07 Quellen	17

► 01 WARUM DER SCHUTZ VON SCHWACHEN VERKEHRSTEILNEHMERN SO WICHTIG IST

Die folgende Statistik veranschaulicht, warum der Schutz von besonders gefährdeten Verkehrsteilnehmern (VRU = *Vulnerable Road User* = *schwache Verkehrsteilnehmer*), wie z. B. Fußgängern, Fahrrad- und Motorradfahrern, notwendig und von hoher Bedeutung ist. 2020 handelte es sich bei der Hälfte aller Verkehrstoten in der EU um VRU.



VERKEHRSTOTE IN DER EU 2020 (Decae, 2022)

In Zahlen ausgedrückt: Von den insgesamt 18.800 Verkehrstoten in der EU (2020) waren 3.883 Fußgänger, 1.901 Radfahrer und 3.520 Motorrad- oder Mopedfahrer (Decae, 2022). Während Fahrzeuge wie Pkw oder Lkw bereits mit intelligenten Lösungen wie Toter-Winkel-Assistenten, Gefahrenbremsassistenten oder zum Teil mit V2X-Kommunikationslösungen (Vehicle-to-Everything) ausgestattet sind, bleiben VRU diese Technologien bislang vorbehalten. Sie haben nicht die Möglichkeit, andere

Verkehrsteilnehmer rechtzeitig zu erkennen und ein Warnsignal zu erhalten. Noch entscheidender ist jedoch, dass sie nicht in der Lage sind, andere auf sich aufmerksam zu machen, um nicht übersehen zu werden. Aktive Sicherheitssysteme für VRU fehlen nach wie vor.

Zweiräder sind gefragter denn je: Die Mehrheit der Bürgerinnen und Bürger der EU bezeichnete im Jahr 2019 neben dem Auto das motorisierte Fahrrad als das wichtigste Verkehrsmittel. 23,6 Prozent der europäischen Bürgerinnen und Bürger nutzten regelmäßig ihr Fahrrad (Statistisches Bundesamt, 2022). Auch nach der Pandemie boomt der Verkauf von Fahrrädern und E-Bikes wie nie zuvor. Insbesondere die Verkaufszahlen von schnellen E-Bikes haben sich seit 2016 verdreifacht (Janson, 2022).

Aufgrund der zunehmend alternden Bevölkerung ist mit einem weiteren Anstieg dieser Zahlen zu rechnen. Aus diesem Grund wird die V2X-Kommunikation eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung des Ziels der Europäischen Kommission spielen, die Zahl der Verkehrstoten bis 2050 auf null zu reduzieren („Vision Zero“), indem VRU ebenso sichtbar gemacht werden, wie es Fahrzeuge bereits sind.

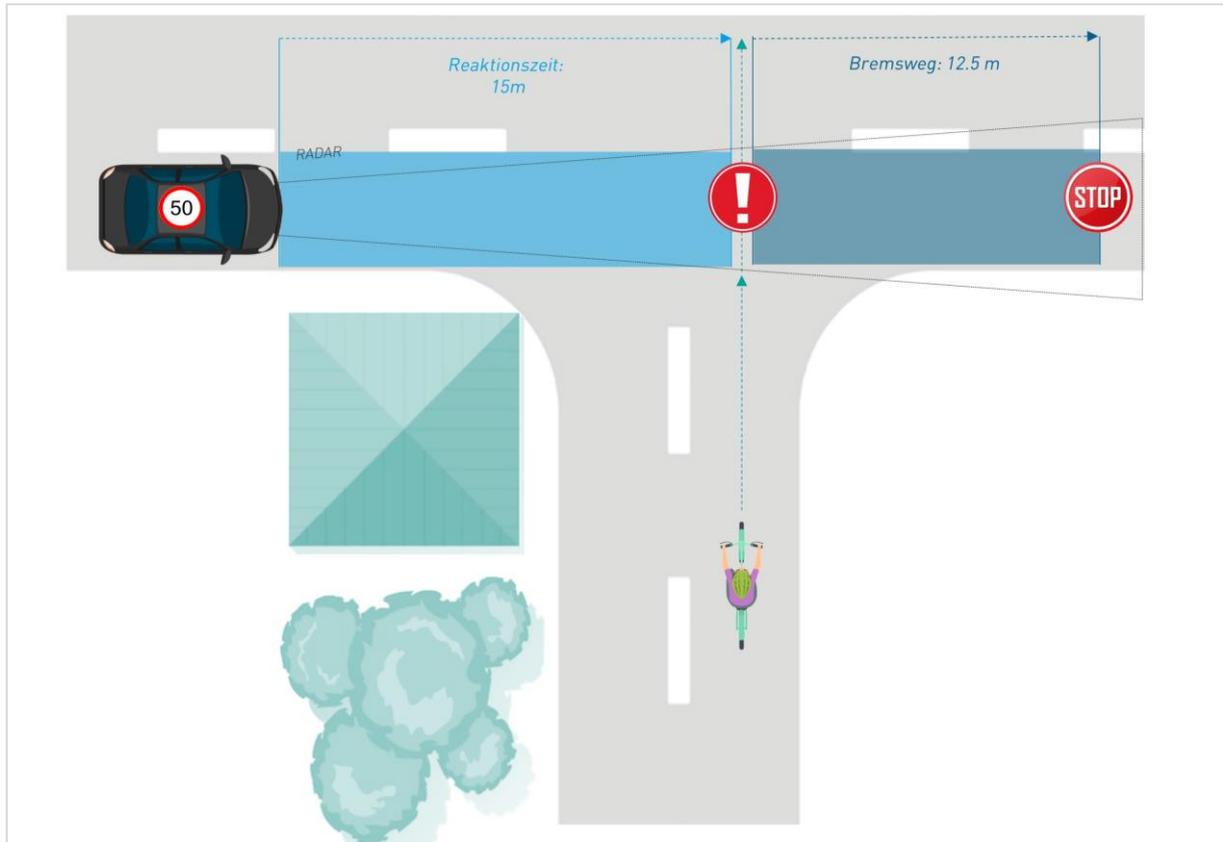
► 02 WIE KÖNNTE V2X BEIM SCHUTZ VON SCHWACHEN VERKEHRSTEILNEHMERN EINGESETZT WERDEN?

Es ist ebenso offensichtlich wie notwendig, gefährdete Verkehrsteilnehmer in die Lage zu versetzen, ihre Anwesenheit und ihren Standort auf aktive Weise sichtbar machen zu können. Der folgende Anwendungsfall „Blockierte Sicht“ beschreibt, auf welche Art und Weise V2X insbesondere zum Schutz von VRU beitragen kann und wie diese Technologie genau funktioniert.

ANWENDUNGSFALL „BLOCKIERTE SICHT“

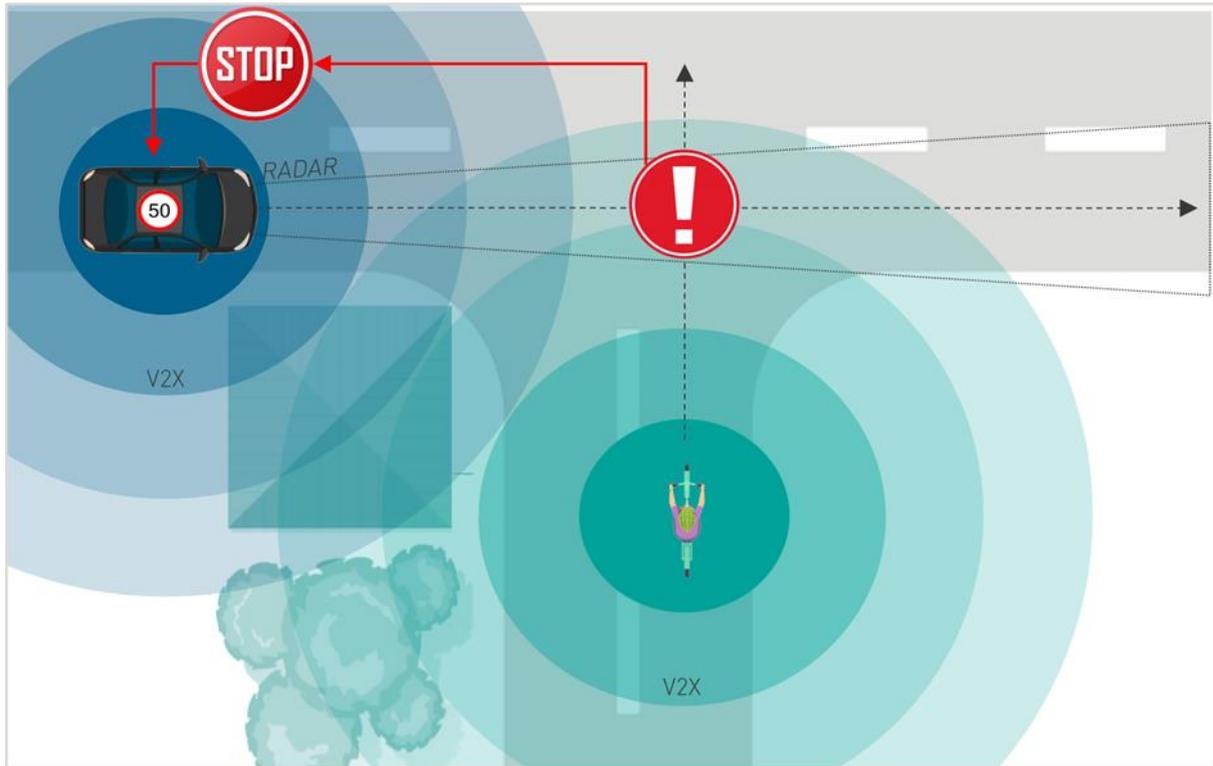
Zum aktuellen Zeitpunkt sind Personen- und Nutzkraftwagen hauptsächlich mit Sensoren ausgestattet, die nur einen begrenzten (sichtbaren) Bereich erfassen können, da z. B. Radar oder Kameras nur einen Bereich von ca. 200 bis 300 Metern um das Fahrzeug herum erfassen. Eine Warnung vor einem sich annähernden Verkehrsteilnehmers kann somit nur innerhalb dieses beschränkten Radius erzeugt werden. Einschränkungen durch schlechte Wetterbedingungen oder sich vor den Sensoren befindliche Hindernisse schränken das Sichtfeld weiter ein. Die V2X-Technologie macht es hingegen möglich, bereits eine Frühwarnung auszugeben, noch bevor der VRU sich in Sichtweite anderer Verkehrsteilnehmer befindet (Kommunikationsreichweite ca. ein Kilometer).

Erscheint ein Radfahrer plötzlich hinter einem geparkten Auto oder einem Gebäude, benötigt ein sich mit 50 km/h näherndes Auto, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, einen Anhalteweg von 27,5 Metern (Annahme: die Reaktionszeit [~1s] führt zu einem Reaktionsweg von 15 Metern plus Bremsweg von 12,5 Metern). Ein Unfall erscheint in solch einer Situation unvermeidlich.



UNFALLSZENARIO OHNE V2X, KOLLISION (eigene Darstellung)

Im Gegensatz dazu könnte der Einsatz einer drahtlosen V2X-Technologie dazu beitragen, alle Verkehrsteilnehmer, die an einer gefährlichen Situation beteiligt sein könnten, frühzeitig zu erkennen und sie vor einer möglichen Kollision zu warnen. Unsere Lösung liefert die aktuelle Position des Verkehrsteilnehmers, zusätzliche Daten wie Geschwindigkeit oder Bewegungsrichtung und kann eine Vorhersage über mögliche zukünftige Bewegungen liefern. Sollten sich die vorhergesagten Bewegungspfade kreuzen, erhalten die betroffenen Verkehrsteilnehmer eine entsprechende Warnmeldung. Somit sind alle Verkehrsteilnehmer dank der V2X-Informationen über die Anwesenheit anderer Verkehrsteilnehmer sowie über potenzielle Gefahrensituationen informiert und können Kollisionen möglicherweise vermeiden.



WARNSZENARIO MIT V2X, KEINE KOLLISION (eigene Darstellung)

Zur frühzeitigen Warnung des Fahrers sind haptische, akustische und / oder optische Signale denkbar. Die Verbindung mit bestehenden Systemen wie dem Notbremsassistenten (Auto bremsst von selbst, bevor der Fahrer den Radfahrer bemerkt) ist eine logische Erweiterung.

ZUR V2X FUNKTIONSWEISE

Der Anwendungsfall „Blockierte Sicht“ verdeutlicht die Notwendigkeit, sämtliche Verkehrsteilnehmer mit V2X-Technologie auszustatten, um andere Verkehrsteilnehmer warnen zu können und umgekehrt. Mit dieser Technologie wären sie in der Lage, Warnungen von und über andere zu erhalten.

Neue Fahrzeuge und Fahrzeugreihen sind heute bereits mit V2X-Systemen ausgestattet. In Zukunft wird auch die Infrastruktur schrittweise um V2X erweitert und diese Technologie schließlich im Bereich der Mikromobilität eingesetzt werden.

Hierzu gehören dann auch Radfahrer, Fußgänger und andere Zweiradfahrer wie z. B. Motorradfahrer. Somit nimmt die Zahl der V2X-Systeme auf den Straßen stetig zu.

Ein V2X-System ist eine Komponente, die diese Verkehrsteilnehmer über Funktechnik miteinander verbindet. Es gibt zwei verschiedene Technologien, die für die V2X-Kommunikation verwendet werden können: das WLAN-basierte DSRC-System (dedizierte Nahbereichskommunikation) und das zellulare System C-V2X (Cellular-V2X). Eines der Hauptprobleme bei der V2X-Kommunikation ist, dass diese beiden Technologien nicht direkt miteinander kompatibel sind. Das bedeutet, dass Geräte, die V2X-Kommunikation unterstützen, aber auf DSRC basieren, nicht automatisch Informationen an C-V2X-Geräte senden und empfangen können und umgekehrt: Die passende Lösung für die jeweilige Region muss somit in Abhängigkeit des Einsatzgebietes sowie der unterschiedlichen lokalen Präferenzen implementiert werden.

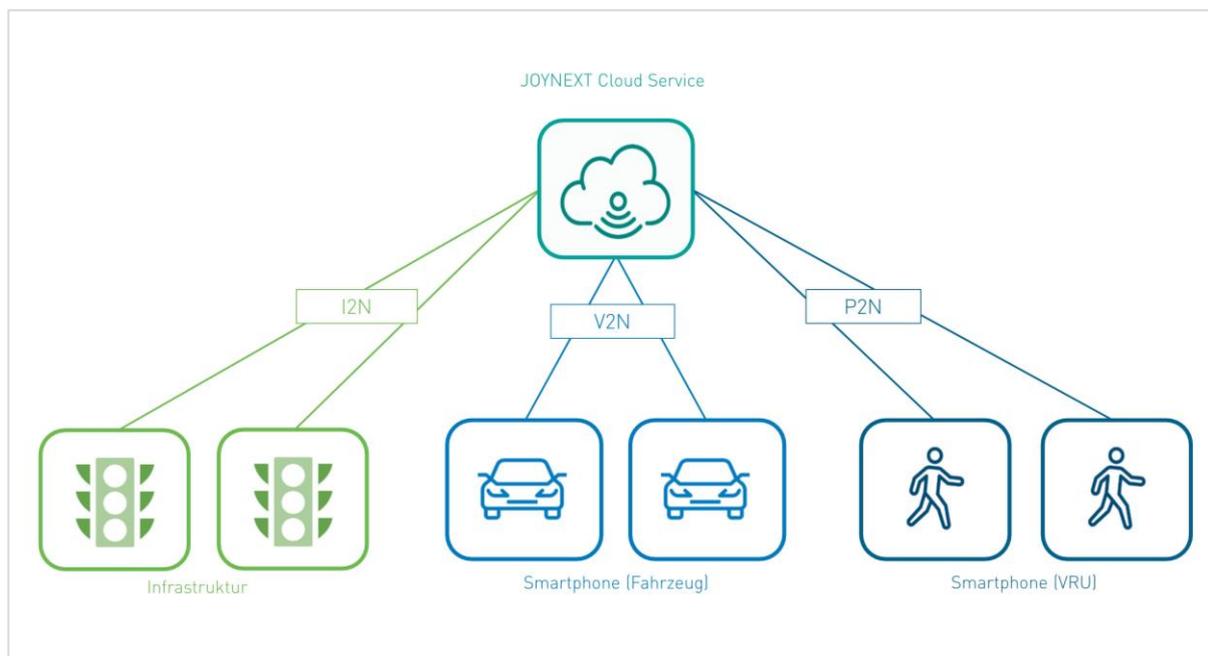
Auf dem europäischen Markt hat sich die DSRC-Technologie durchgesetzt, während in Nordamerika und in China der C-V2X-Standard verwendet wird. Sowohl DSRC als auch C-V2X ermöglichen eine direkte Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern ohne zusätzliche Infrastruktur wie Mobilfunkmasten oder WLAN-Hotspots. V2X ermöglicht im Allgemeinen eine sichere und zuverlässige Kommunikation mit geringen Reaktionszeiten in einem Bereich von etwa 800 Metern bis 1 Kilometer. Ein auf 4G oder 5G basierendes Mobilfunknetz bietet die Möglichkeit, diese Kommunikationsreichweite zu erweitern.

Das V2X-System liefert Informationen über die Anwesenheit und Bewegung des Nutzers und kann eingehende Signale von anderen Verkehrsteilnehmern nutzen, um den Fahrer aufmerksam zu machen oder in kritischen Situationen sogar die Fahrerassistenzsysteme des Fahrzeugs auszulösen.

Die grundlegendsten Voraussetzungen für die präzise Positionsbestimmung („Hier bin ich“) liegen in ihrer Genauigkeit und der vorhersehbaren Bewegung. Beide Voraussetzungen sind nicht einfach zu erreichen, aber unerlässlich. Darüber hinaus sollten die Reaktionszeiten des Kommunikationsaustauschs so gering wie möglich sein. Durch den Einsatz von V2X-Technologie ist eine echtzeitnahe Reaktionszeit von <50 Millisekunden zu erwarten.

► 03 V2X-LÖSUNGEN FÜR FUSSGÄNGER UND ZWEIRÄDER

Wie bereits erwähnt, müssen Autofahrer, Radfahrer, Motorradfahrer und Fußgänger in der Lage sein, Informationen über ihre Position zu senden sowie Warnsignale von anderen Verkehrsteilnehmern zu empfangen. Im Folgenden werden mögliche Lösungen für den Schutz von VRU vorgestellt.



V2X-KOMMUNIKATIONSMODELL FÜR VRU ÜBER SMARTPHONE-APP (eigene Darstellung)

V2X-Netzwerklösung

Da eine regelmäßige Nutzung von Smartphones bereits mehr als weit verbreitet ist, wird eine Smartphone-basierte V2X-Lösung bevorzugt, die möglichst vielen Nutzern zugänglich gemacht werden und durch die die Notwendigkeit eines zusätzlichen Geräts umgangen werden könnte. Die Zahl der Smartphone-Nutzer weltweit wächst kontinuierlich und wird Prognosen zufolge sogar von 3,9 Milliarden Nutzern im Jahr 2020 (= 49,43% der Weltbevölkerung) auf 4,5 Milliarden im Jahr 2024 (=56,68% der Weltbevölkerung) ansteigen (Tenzer, 2021) – in einigen Ländern liegt sie sogar noch höher (in Deutschland z. B. nutzen ca. 80% der Bevölkerung täglich ein Smartphone) (Bitkom Research, 2019) (Davies, 2021).

Die Smartphones aller Verkehrsteilnehmer können dann über ein 4G- oder 5G-Mobilfunknetz mit einem Cloud-Dienst verbunden werden, um Positions- und Bewegungsdaten auszutauschen und im Falle einer potenziellen Kollision Warnmeldungen zu erhalten.

Smarte V2X-Infrastruktur

Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Verkehrssicherheit ist die Nutzung bereits vorhandener Infrastrukturelemente. Hierzu gehören z. B. Ampeln oder klassische Straßenschilder an Straßen und Kreuzungen. Solche Komponenten oder Bereiche können genutzt werden, um Verkehrsteilnehmer wie Radfahrer oder Fußgänger zu erkennen. Hierfür kommen verschiedene Sensoren (wie z. B. Kameras oder LiDAR) mit Objekterkennungsalgorithmen zum Einsatz, die die Anwesenheit und Distanz zu Verkehrsteilnehmern bestimmen. Diese Informationen werden den Fahrzeugen über V2X zur Verfügung gestellt. Autofahrer sind sich somit der Anwesenheit von VRU bewusst, auch wenn sie diese nicht direkt sehen (keine Sichtverbindung) oder nicht

mit ihnen kommunizieren können (VRU ohne V2X). Diese smarte V2X-Lösung ist jedoch äußerst kostenintensiv und erfordert eine hohe Dichte an Infrastrukturelementen.

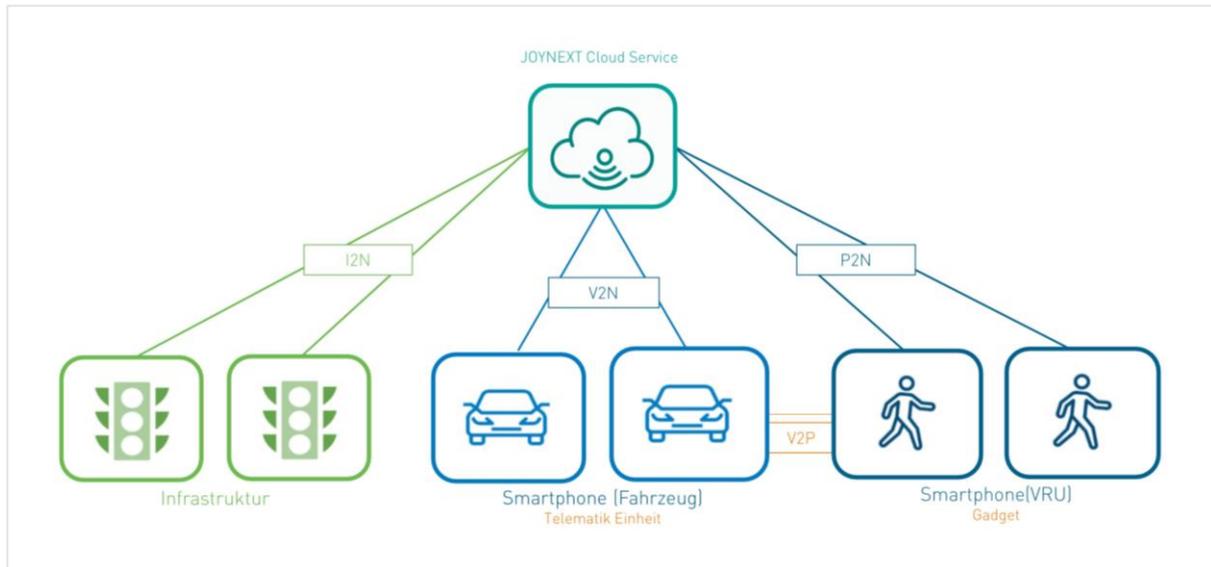
Um die Herausforderungen durch hohe Latenz- und Reaktionszeiten sowie hoher Wartungs- und Installationskosten und technischer Abhängigkeiten (z. B. unterstützen Smartphones noch keine direkte V2X-Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern in unmittelbarer Nähe) zu überbrücken, ist eine dritte und parallele technische Direktlösung auf der Grundlage bereits vorhandener Lösungen denkbar.

V2X-Direktlösung (Gadget)

Ein Gadget ermöglicht die direkte Kommunikation schwacher Verkehrsteilnehmer / VRU als V2P-Kommunikation (Fahrzeug-zu-Fußgänger; Fußgänger steht repräsentativ für die schwachen Verkehrsteilnehmer) mit entsprechend ausgestatteten Fahrzeugen und der Infrastruktur.

Alle Verkehrsteilnehmer sind in der Lage, miteinander zu kommunizieren, wobei unterschiedliche Technologien zum Einsatz kommen (z. B. Mobilfunknetz für V2N = Fahrzeug-zu-Netzwerk, P2N = Fußgänger-zu-Netzwerk oder I2N = Infrastruktur-zu-Netzwerk). Darüber hinaus kann der Verkehrsteilnehmer direkt über V2P (Fahrzeug-zu-Fußgänger) oder V2I (Fahrzeug-zu-Infrastruktur) kommunizieren.

Das auf ITS (Verkehrstelematik / Intelligente Verkehrssysteme) basierende System ist unabhängig vom Mobilfunknetz und weist keinerlei Interferenzen mit anderen Technologien auf. Die perfekte Umgebung, um einen sicheren, zuverlässigen und schnellen Datenaustausch in jeder Verkehrssituation zu ermöglichen und im weiteren Verlauf „Vision Zero“ zu erreichen.



V2X-KOMMUNIKATIONSMODELL FÜR VRU ÜBER ZUSATZGERÄT (eigene Darstellung)

Mit Hilfe eines hybriden Technologieansatzes sind beide Technologien einsetzbar. Die Kommunikation über große Entfernungen (Mobilfunknetz) wird durch die Smartphone-App und den Cloud-Dienst abgedeckt, während die Kommunikation über kurze Entfernungen (direkte Kommunikation) durch das Fahrrad-Gadget ermöglicht wird. Dieser hybride Kommunikationsansatz wird zwangsläufig zur Erhöhung der V2X-Marktdurchdringungsrate beitragen. Die direkt ausgetauschten V2X-Daten werden für Nutzer von Cloud-Diensten sichtbar und nutzbar sein, und die über das V2X-Netz ausgetauschten Daten werden für Nutzer von direkt ausgetauschten V2X-Daten sichtbar und nutzbar sein.

Diese direkte Lösung bietet einen großen Vorteil: Auch wenn nur eine dieser Kommunikationstechnologien zur Verfügung steht, erkennt die V2X-Smartphone-App als Haupt-Schnittstelle sämtliche Verkehrsteilnehmer – unabhängig davon, welche Technologie sie nutzen.

► 04 HERAUSFORDERUNGEN

Trotz aller Vorteile einer V2X-Lösung für gefährdete Verkehrsteilnehmer muss der Entwicklungsstand dennoch ausgereift und gut durchdacht sein. Die Möglichkeit einer Warnung vor potenziellen Kollisionen setzt voraus, dass das Verhalten von VRU im Straßenverkehr verstanden und vorhergesagt sowie die Fortbewegungsart aller relevanten Verkehrsteilnehmer erkannt wird.

Auch die technischen Abhängigkeiten und Herausforderungen sind nicht zu unterschätzen. Auf der einen Seite müssen die Verkehrsteilnehmer so schnell wie möglich mit drahtloser Technologie ausgestattet werden, auf der anderen Seite muss die Nutzung der Technologie so einfach und unkompliziert wie möglich sein. Die ausgetauschten Daten müssen präzise genug sein, um Fehlwarnungen zu vermeiden (Positionsgenauigkeit), und neben einer hohen Zuverlässigkeit auch einen nützlichen Inhalt aufweisen, um präzise Kollisionswarnungen zu ermöglichen.

All diese Punkte sind entscheidend, um Vertrauen in die V2X-Lösung für VRU aufzubauen. Ist das Vertrauen einer großen Anzahl von Nutzern erst einmal gewonnen, wird zunächst das Bewusstsein für diese Lösung und daraufhin auch die Marktdurchdringung zunehmen. Die Lösung über eine Smartphone-App für den Schutz von VRU ist somit Chance und Herausforderung zugleich.

► 05 ZUSAMMENFASSUNG

Um die Zahl der Verkehrstopfer über alle Verkehrsteilnehmergruppen hinweg in den nächsten 30 Jahren auf null zu senken, ist eine aktive Integration der VRU in immer größer werdenden Städten unverzichtbar und unumgänglich. Sämtliche Verkehrsteilnehmer, insbesondere schnelle und schwere Fahrzeuge, müssen VRU so früh wie möglich erkennen können, um einen Zusammenstoß zu verhindern. Gleichzeitig müssen VRU eine Warnmeldung erhalten, um bestmöglich geschützt zu sein. Letztendlich muss der Endnutzer die Vorteile einer V2X-Lösung für gefährdete Verkehrsteilnehmer erkennen. Erst mit dieser ganzheitlichen Wahrnehmung unseres Umfeldes kommt der psychologische Aspekt eines Sicherheitsgefühls zum Tragen und gestaltet unsere Fortbewegung in Zukunft risikoärmer.

► 06 ÜBER JOYNEXT

Die Bedürfnisse heutiger Endnutzer fest im Blick engagiert sich JOYNEXT insbesondere in der Entwicklung zukunftsweisender intelligenter Konnektivitätslösungen für alle Verkehrsteilnehmer. Dabei konzentrieren wir uns auf relevante und aktuelle Themen, wie z. B. V2X, und leisten Pionierarbeit im Bereich des VRU-Schutzes. Auf der Grundlage des bislang unzureichenden VRU-Schutzes hat JOYNEXT eine Lösung entwickelt, die die Sicherheit gefährdeter Verkehrsteilnehmer schrittweise verbessern soll.

Wir bieten eine ganzheitliche Lösung für alle Verkehrsteilnehmer, die sich in das V2X-Ökosystem integriert: [Unsere V2X-Lösung für VRU](#) basierend auf Smartphone und V2X-Gadget ermöglicht eine hybride Kommunikation.

Bei bevorstehenden Kollisionen (Berechnung von sich kreuzenden Bewegungsverläufen in der Cloud oder im Gadget) werden auf der Grundlage des Datenaustauschs VRU- und Fahrzeugwarnungen erzeugt. Unsere KI-basierte Verkehrsmittelerkennung (automatische Erkennung von Fußgänger-, Radfahrer- oder Fahrermodus) erhöht die Akzeptanz dank der Benutzerfreundlichkeit unserer App. Darüber hinaus ermöglicht die Vorhersage der zu erwartenden Bewegung auf der Grundlage aktueller und vergangener Bewegungsdaten eine reibungslosere und bessere Kollisionserkennung.

JOYNEXT ist ein Tier1-Zulieferer der Automobilindustrie und seit über 20 Jahren Entwicklungspartner und Systemlieferant namhafter Automobilhersteller. Unsere Connected Infotainment und Connectivity Gateway Technologien sind weltweit millionenfach im Einsatz.

Mit mehr als 1.500 Mitarbeitern weltweit verhilft JOYNEXT vernetzten Fahrzeuge auf ein neues Level. Wir sind an 7 Standorten mit 4 F&E-Zentren in China und Deutschland

vertreten. Dresden ist der europäische Hauptsitz von JOYNEXT. Tägliches Ziel der rund 600 Mitarbeiter vor Ort, die meisten von ihnen Ingenieure und Entwickler, ist die Innovation und Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen für unsere Kunden weltweit.

KONTAKT

Für Anregungen und Fragen scannen Sie bitte die folgenden QR-Codes, um Kontakt mit uns aufzunehmen.



E-Mail: contact@joynext.com



JOYNEXT LinkedIn

Die Autoren: Nancy Mücklich, Lars Franke

► 07 QUELLEN

Bitkom Research (2019). Acht von zehn Menschen in Deutschland nutzen ein Smartphone. Verfügbar unter:
<https://www.marktforschung.de/marktforschung/a/acht-von-zehn-menschen-in-deutschland-nutzen-ein-smartphone/> .

Davies, K. (2021). Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2021. Verfügbar unter:
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/umfrage/anzahl-der-smartphonenuutzer-in-deutschland-seit-2010/> .

Decae, R. Institute for Road Safety Research. (2022). European Road Safety Observatory, Annual statistical report on road safety in the EU 2021.

Janson, M. (2022). Fahrrad-Verkäufe, Fahrradnachfrage boomt auch im zweiten Pandemiejahr. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/infografik/17443/verkaufte-fahrraeder-und-e-bikes/> .

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022). Wichtigstes Verkehrsmittel im Alltag. Verfügbar unter:
https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Verkehr/_inhalt.html#sprg248576 .

Tenzer, F. (2021). Anzahl der Smartphone-Nutzer weltweit von 2016 bis 2020 und Prognose bis 2024. Verfügbar unter:
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/309656/umfrage/prognose-zur-anzahl-der-smartphone-nutzer-weltweit/> .