



UNTERRICHTSMODUL ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSKONZEPTE

ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSKONZEPTE

ARBEITSBLATT UND LEHRERINFORMATION

Fachinhalte:

- ▶ **Autonomes Fahren**
- ▶ **Verkehrssteuerung**
- ▶ **Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation**
- ▶ **Fahrzeug-zu-Verkehrsinfrastruktur-Kommunikation**
- ▶ **Fahrzeug-zu-Cloud-Kommunikation**
- ▶ **5G und WLAN in Bezug auf zukünftige Mobilitätskonzepte**
- ▶ **Cloud-Technologie bzw. die Verarbeitung von Informationen und Speicherung im Internet mit Echtzeit-Datenfluss**

ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSKONZEPTE

VORAUSSETZUNGEN

Die Schülerinnen und Schüler sind mit der Internet-Recherche vertraut. Sie haben Erfahrungen als passive Verkehrsteilnehmer in Fahrzeugen und sind mit modernen Assistenzsystemen von Fahrzeugen und auch mit elektronischen Verkehrsschildern oder Parkleitsystemen aus dem Alltag vertraut. Die Unterrichtseinheiten „Intelligent Car“ und „Mobilfunknetze LTE/5G“ müssen Sie im Vorfeld durchgeführt haben. Daher sind ihnen die besonderen Merkmale des 5G Mobilfunk-Standards bekannt. Aus dem eigenen Umfeld kennen sie WLAN-Verbindungen für das Smartphone. Aus der Computertechnik haben sie eine Vorstellung von Cloud-Technologien.

HINWEISE ZUM STUNDENABLAUF

GESAMTZEIT: 90 MINUTEN

PHASE	INHALT	ZEIT
1. Einstieg und Motivation	Vorher-Nachher-Vergleich: Zwei Gruppen führen „Experimente“ mit Münzen/Kreidestücken/Radiergummis als Autos vor. Zwei Verkehrssituationen werden dabei durchgespielt. Bei beiden Experimenten dürfen die „Autos“ zunächst nicht sprechen, im zweiten Durchgang ist Info-Austausch erlaubt. Die Schülerinnen und Schüler beobachten und vergleichen beide Fälle.	15 Min.
2. Begriffe, Kategorien und Beispiele für zukünftige Mobilitätskonzepte	Nachdem die Schülerinnen und Schüler aus den Experimenten eine Vorstellung von der Vernetzung von Fahrzeugen und den Auswirkungen durch deren Informationsaustausch bekommen haben, beschäftigen sie sich in Einzel- und Partnerarbeit mit konkreten Anwendungsbeispielen. Sie ordnen den Beispielanwendungen die Fachbegriffe in Englisch und Deutsch zu, bilden Kategorien und können die Anwendungen einordnen.	25 Min.
3. Technische Umsetzung der Beispiele	Mithilfe der Grafik werden die Funktionen der Beispielanwendungen und die technische Umsetzung visuell dargestellt. Die Schülerinnen und Schüler erkennen in Zweier-Gruppen die Funktionsweise der Anwendungen sowie die Funkvernetzung und wissen, welche Infos zwischen den Elementen ausgetauscht werden. Im Anschluss werden im Allgemeinen sowie speziell für die Anwendungsbeispiele die Vor- und Nachteile diskutiert.	30 Min.
4. Technische Realisierung durch Funksysteme pWLAN und 5G	In dieser Phase werden die besonderen Anforderungen der Beispiele an die zugehörige Funkverbindung charakterisiert. Gleichzeitig werden die speziellen Eigenschaften der rivalisierenden Funksysteme pWLAN und 5G erklärt. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in Zweier-Gruppen heraus, welches Funksystem jeweils am besten für die Anwendungen geeignet ist.	20 Min.

BINNENDIFFERENZIERUNG

- ▶ Die Basisaufgabe ist von allen Schülerinnen und Schülern zu lösen.
- ▶ Die Bonusaufgabe ist optional, sie dient als Reserve oder Ergänzung für leistungstärkere Lernende.

HAUSAUFGABE:

Recherchiert im Internet, in Auto/Motor-Presseprodukten oder durch Erkundigung in Autohäusern für die Automarken Mercedes-Benz, VW und BMW: Werden „Fahrzeuge mit Funkvernetzung für zukünftige Mobilitätskonzepte“ in Serie gebaut? Für welches Modell, in welcher Form und ab wann?

ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSKONZEPTE

Zukünftige Mobilitätskonzepte sind die Weiterentwicklung heutiger Fahrerassistenzsysteme, die nur die direkte Fahrumgebung beobachten. Die neuen Konzepte erweitern das Blickfeld des Fahrers, besonders um Kurven herum und durch Wände und Hindernisse hindurch. Dabei können frühzeitig Gefahren angezeigt, der Verkehrsfluss gesteuert und verbessert oder auch der Komfort des Fahrers, etwa durch Unterhaltung und allgemeine Infos, erhöht werden.

► Basisaufgabe ► Bonusaufgabe

AUFGABEN

1. BEISPIELE ZUKÜNFTIGER MOBILITÄTSKONZEPTE

Die Tabelle in Abbildung 1 beschreibt einige Beispiele für zukünftige Mobilitätskonzepte und Verkehrssteuerung.

- Schau dir die Beispielanwendungen in der Tabelle an und beschreibe die Anwendungen mit eigenen Worten.

Partnerarbeit: Lest den Kasten mit den Erklärungen zu den zukünftigen Mobilitätskonzepten (Abbildung 2) durch und tragt die fett gedruckten Begriffe als Überschriften in die Tabelle ein. Achtung: Manche Begriffe können mehrmals verwendet werden.

► BERECHNE DIE EINGESPARTE KRAFTSTOFF- UND CO₂-MENGE

Bei einer Wartezeit von 45 Sekunden wartet ein Autofahrer im Schnitt zwei Wochen seines Autofahrerlebens an einer roten Ampel. Jedes Losfahren an der Ampel verbraucht etwa 0,02 Liter Kraftstoff. Diese Menge Kraftstoff setzt 5g des klimagases CO₂ frei.

- Wieviel Kraftstoff kann eingespart werden, wenn stets „Grüne Welle“ an Ampeln herrscht? Welcher Menge an eingespartem CO₂ entspricht das?
- Nenne zwei zukünftige Mobilitätskonzepte, mit denen die Kraftstoffmenge und der CO₂-Ausstoß eingespart oder reduziert werden kann.

MATERIAL	ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSKONZEPTE				
Beispiel	Notbremsassistent	Ampelinformation	„Community based Parking“, d. h. Auto meldet freie Parklücken an andere Autos in der Umgebung	Warnung vor Glatteis, Unfall, Stau, Baustelle	<ul style="list-style-type: none"> • Die Technik im Auto bewältigt alle Verkehrssituationen selbstständig • Kein menschlicher Fahrer nötig
Wer tauscht Infos mit wem aus?	Info bleibt im Fahrzeug, Radarsystem im Fahrzeug mit Bordrechner	Ampel zu Fahrzeug	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeug zur Cloud, d. h. Verkehrsrechner im Internet • Cloud an viele Fahrzeuge in der betroffenen Region 	Ein Fahrzeug direkt zu mehreren/anderen Fahrzeugen	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeug mit Infrastruktur • Fahrzeug mit Cloud • Fahrzeug mit anderen Fahrzeugen • Infos der Bord-Sensoren
Welche Infos?	Erkanntes Hindernis und Entfernung	Ampel sendet: Standort-Infos und Schaltstatus, z. B. in 15 Sekunden „Grün“	Positionsdaten und Maße der Parklücke	Fahrzeug-Sensoren melden Glatteis, Notbremsung bei Unfall oder Stauende oder erkennen Warnschild	Alle Infos zum aktuellen Verkehrsgeschehen und zur Situation des Fahrzeugs
Wo findet die Info-Verarbeitung statt?	Im Fahrzeug	Im Fahrzeug: Berechnung der optimalen „Grün“-Geschwindigkeit und Anzeige im Navi	Im Fahrzeug: Navi verarbeitet Positionsdaten der Parklücke und navigiert zum Parkplatz	Im sendenden Fahrzeug: Verarbeitung und Senden der Sensor-Infos Empfangs-Fahrzeuge: Anzeige im Navi	Alle Infos zum aktuellen Verkehrsgeschehen und zur Situation des Fahrzeugs
Wann serienmäßig verfügbar?	aktuell	Mitte 2019	Ende 2017	Ab 2019	Ab 2040

Abbildung 1

Zukünftige Mobilitätskonzepte erweitern die „Wahrnehmung“ der **aktuellen Fahrerassistenzsysteme** in Fahrzeugen bis hin zu mehreren hundert Metern Entfernung vom Fahrzeug weg, um Ecken herum und durch Hindernisse hindurch. Diese Konzepte setzen Funkverbindungen ein **von Fahrzeugen zu Fahrzeug**, zu mehreren, anderen Fahrzeugen, vom Auto zur Umgebung oder mit dem Internet. Das alles wird englisch als **„Connected Cars“** bezeichnet. Im Deutschen spricht man allgemein von **vernetzten Fahrzeugen**. Über die Funkverbindung ins Fahrzeug besteht auch die Möglichkeit der **Verkehrssteuerung**. Die Krönung ist das **autonome Fahren**, das alle Kommunikationswege benötigt. Tauscht ein Auto mit den umgebenden Fahrzeugen Infos aus, nennt sich das englisch **Car-to-Car**, oder **Vehicle-to-Vehicle-Kommunikation (Car-2Car, V2V)**. Bei der **Fahrzeug-zu-X-Vernetzung**, englisch **Car-to-X, Vehicle-to-X (Car2X, V2X)** oder auch **Car-to-Roadside**, oder englisch **Vehicle-to-Infrastructure (V2I)** kommuniziert das Fahrzeug mit der Verkehrsinfrastruktur, beispielsweise mit Verkehrsschildern, mit Ampeln oder mit Infotainment-Punkten. Das schließt auch die **Car-to-Cloud**-Technologie ein. Hierbei werden die Informationen vom Auto mit der sogenannten Cloud im Internet ausgetauscht, also eine Kommunikation von **Fahrzeug zu Rechenzentrum**. Dort werden die Daten verarbeitet und an die Verkehrsinfrastruktur und/oder andere Fahrzeuge weitergeleitet.

Quelle: W.Arps, 2019

Abbildung 2

2. TECHNISCHE UMSETZUNG ZUKÜNFTIGER MOBILITÄTSKONZEPTE

In der Grafik (Abbildung 3) sind einige Beispielanwendungen aus Abbildung 1 dargestellt. Die farbigen Pfeile kennzeichnen die Funkverbindungen jeweils einer Anwendung. Die Farben der Kästen beziehen sich jeweils auf die Verbindungen in gleicher Farbe.

- ▶ Diskutiert die Anwendungen in Zweiergruppen und ordnet jeweils die zugehörigen Begriffe (Name der Beispielanwendung; Kategorie, d. h. allgemeiner Begriff, z. B. die englische Bezeichnung; Information, die ausgetauscht wird) aus der Tabelle in die Kästen ein.
- ▶ Analysiert die Aussagen in Abbildung 4 und arbeitet die Vor- und Nachteile heraus. Tragt dazu die allgemeinen Vor- und Nachteile zukünftiger Mobilitätskonzepte in die Tabelle (Abbildung 5) ein und überlegt euch zu jeder der Beispielanwendungen in Abbildung 6 die besonderen Vor- und Nachteile.

MATERIAL TECHNISCHE UMSETZUNG

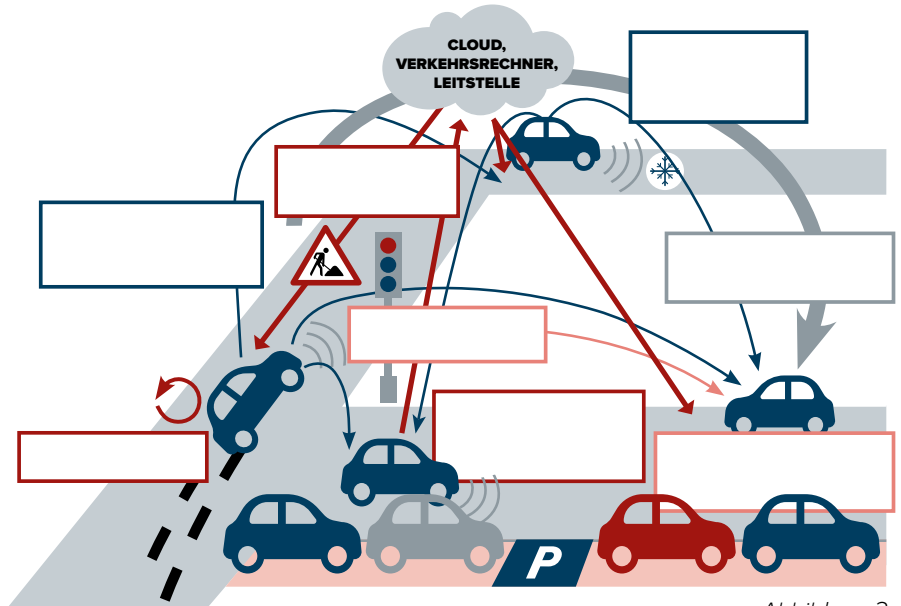
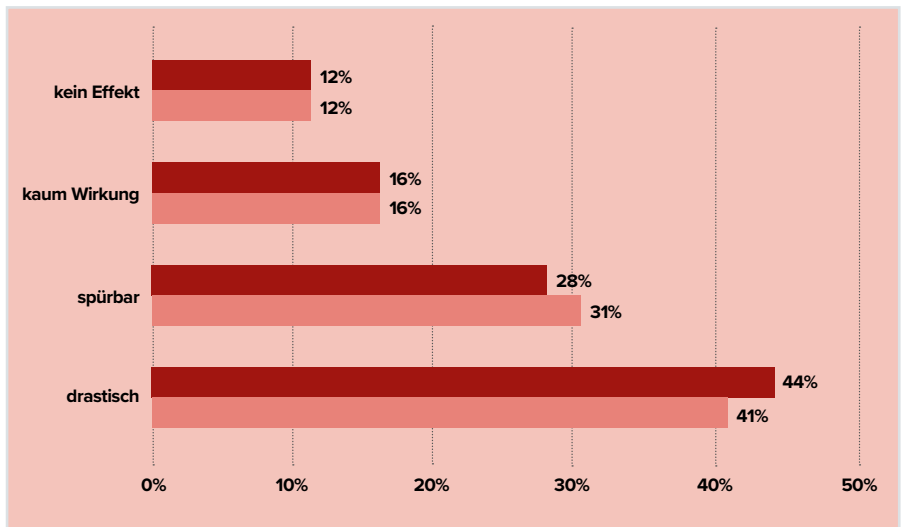


Abbildung 3

MATERIAL VOR- UND NACHTEILE



- Besserer Verkehrsfluss in der Stadt
- Die Bewegungsprofile der Fahrzeuginhaber sind bekannt
- Steigerung der Straßenauslastung
- Weniger Stau
- Einsparung von Feinstaub, Abgasen und Klimagas CO₂
- Die Aufenthaltsorte der Fahrzeuginhaber sind bekannt
- Rechtzeitige Gefahrenwarnung
- Hacker greifen auf das Fahrzeug zu
- Mehr Verkehrssicherheit
- Weniger Unfälle
- Weniger Kraftstoffverbrauch durch weniger Staus

Experten-Zitat aus einem „Connected Car“-Projekt:

„Das Einspielen, Verfälschen und Mitlesen von Daten durch Dritte muss daher durch IT-Sicherheitsmaßnahmen unterbunden werden.“

Zusätzlich ist auch die Privatsphäre der Fahrzeuginhaber zu schützen, damit Aufenthaltsorte und Bewegungsprofile nicht erstellt bzw. zugeordnet werden können.“

Quelle: <https://www.sit.fraunhofer.de/de/simt/> | <https://www.autonomes-fahren.de/inventy-emobility-2020-studie/>

Abbildung 4

ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSKONZEPTE	
VORTEILE	NACHTEILE

Abbildung 5

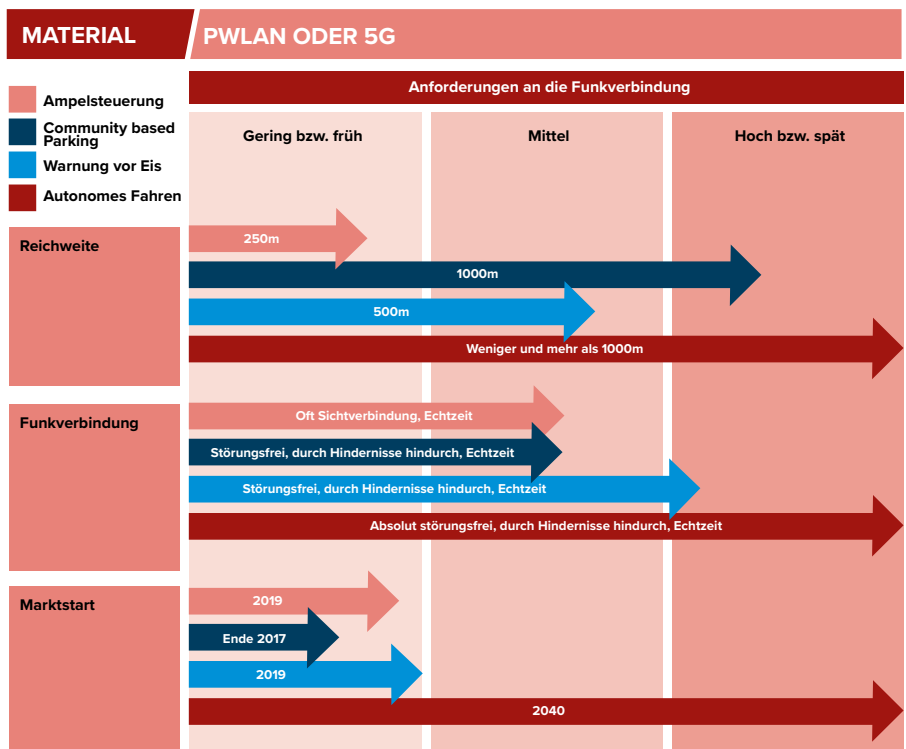
Beispiel	Notbremsassistent	Ampelinformation	„Community based Parking“, d. h. Auto meldet freie Parklücken an andere Autos in der Umgebung	Warnung vor Glatteis, Unfall, Stau, Baustelle	Autonomes Fahren
Vorteile					
Nachteile					

Abbildung 6

3. PWLAN ODER MOBILFUNK FÜR ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSKONZEPTE

Abbildung 3 zeigt die Funkverbindungen für jede Anwendung. In Abbildung 7 sind die typischen Anforderungen an die Funkverbindungen für die Anwendungen sowie die Eigenschaften des öffentlichen WLAN-Standards (pWLAN) und des 5G-Mobilfunk-Standards aufgeführt.

- Vergleiche alle Anforderungen an die Funkverbindung (Abbildung 7 unten) aus den Anwendungsbeispielen mit den technischen Möglichkeiten der beiden Funksysteme und ordnet den Anwendungen das oder die jeweils passenden Systeme mit Pfeilen zu. Beachtet, dass das autonome Fahren eine Sonderrolle einnimmt.



	5G Mobilfunk	pWLAN (p=public)
Beschreibung des Funkstandards	Weltweiter Mobilfunk seit 06/2018	Weltweiter Standard für öffentliche Funkübertragung im Nahbereich mit hoher Datenrate seit 2017
Kurze Reaktionszeiten des Systems?	Ja, >10ms	Ja, <10ms
Eigenschaften des Frequenzbands	Wenig störanfällig, technische Maßnahmen für Zuverlässigkeit vorhanden	Störanfällig durch Abschattungen, meist nur gute Verbindung bei Sichtverbindung
Lückenlose Flächenabdeckung theoretisch möglich	Ja	Nein
Spontane Direktverbindung von Fahrzeugen untereinander	Ja	Ja
Reichweite	<1000m	<500m
Unterstützt Geschwindigkeiten von Autos relativ zueinander	<500km/h	<500km/h
Marktstart, Verfügbarkeit	Netzstart ab 2020	Serienreife ab 2019

Abbildung 7

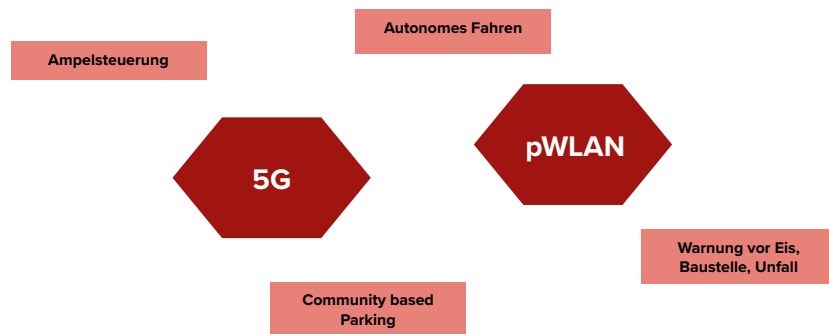


Abbildung 8

HINWEISE UND LÖSUNGEN ZU DEN AUFGABEN

EINSTIEG UND LÖSUNG FÜR DAS EINSTIEGSEXPERIMENT

Für die Experimente werden ein Kasten oder eine Tasche als Hindernis und mehrere 5ct- und 10ct- Münzen benötigt (alternativ können Kreidestücke oder Radiergummis verwendet werden). Zwei Gruppen mit jeweils 4 Aktiven und Beobachtern führen die Experimente vor:

Die erste Gruppe stellt eine Ampelszene auf gerader Straße nach. Im ersten Durchgang darf nicht gesprochen werden! Ein Aktiver mit einem 5ct-Stück ist die „Ampel“ und blockiert für unbekannte Zeit (etwa 15s) die Straße. Die 3 anderen Aktiven mit 10ct-Münzen nähern sich nacheinander der Ampel und müssen bremsen und anhalten. Im zweiten Durchgang darf gesprochen werden. Die Ampel teilt mit, wann sie auf Grün schaltet. Die Beobachter beschreiben die Situationen vorher und nachher.

Die zweite Gruppe spielt eine schwer einsehbare Baustelle hinter einer Kurve (hinter der Kiste) nach. Die 10ct-Münz-Autos – 2 oder 3 Aktive – fahren rasch um die Kurve und nähern sich der 5ct-Münze als „Baustelle“. Im ersten Durchgang darf wieder nicht gesprochen werden, im zweiten Durchgang dürfen alle miteinander sprechen, die Autos untereinander und die Baustelle mit den Autos. Die Beobachter beschreiben die Situation vorher und nachher.

Als Ergebnis sollte der Verkehrsfluss bei Infoaustausch der Fahrzeuge deutlich flüssiger gelingen

1. BEISPIELE ZUKÜNFTIGER MOBILITÄTSKONZEPTE

► BESCHREIBE DIE BEISPIELANWENDUNGEN MIT EIGENEN WORTEN

Lösungsvorschlag:

- Der Notbremsassistent im Fahrzeug erkennt selbstständig ein Hindernis und führt eine Notbremsung durch, wenn der Fahrer nicht eingreift.
- Bei der „Ampelinformation“ teilt die Ampel den Autos mit, wann sie auf Grün schaltet. Das Fahrzeug berechnet daraus die Geschwindigkeit, mit der die Ampel ohne Stopp durchfahren wird.
- Beim „Community based Parking“ senden Fahrzeuge, die an einer Parklücke vorbeifahren, an die Internet-Cloud den Ort und die Maße der Lücke. Die Cloud steuert suchende Fahrzeuge zur Lücke.

- Bei der „Warnung vor Glatteis“ teilt ein Fahrzeug, das Glatteis feststellt, anderen Fahrzeugen in der Umgebung diese Info mit.
- Das „autonome Fahren“ tauscht Infos mit Ampeln und der Cloud und anderen Autos aus und greift auch auf die eigenen Assistenzsysteme zurück.

► TRAGE DIE FACHBEGRIFFE IN DIE TABELLE EIN

		Zukünftige Mobilitätskonzepte			
Aktuelle Fahrerassistenzsysteme		Vernetzte Fahrzeuge, Connected Cars			
		Verkehrssteuerung			Autonomes Fahren
		Fahrzeug-zu-Verkehrsinfrastruktur; Fahrzeug-zu-X; Car2X; Car-to-Roadside; Vehicle-to-Infrastruktur (V2I)	Car2Cloud; Fahrzeug-zu-Rechenzentrum	Fahrzeug-zu-Fahrzeug; Vehicle-to-Vehicle (V2V); Car2Car	
Beispiel	Notbrems-Assistent	Ampelinformation	„Community based Parking“; d. h. Auto meldet freie Parklücken an andere Autos in der Umgebung	Warnung vor Glatteis, Unfall, Stau, Baustelle	• Die Technik im Auto bewältigt alle Verkehrssituationen selbstständig • Kein menschlicher Fahrer nötig
Wer tauscht Infos mit wem aus?	Info bleibt im Fahrzeug, Radarsystem im Fahrzeug mit Bordrechner	Ampel zu Fahrzeug	• Fahrzeug zur Cloud, d. h. Verkehrsrechner im Internet • Cloud an viele Fahrzeuge in der betroffenen Region	Ein Fahrzeug direkt zu mehreren/anderen Fahrzeugen	• Fahrzeug mit Infrastruktur • Fahrzeug mit Cloud • Fahrzeug mit anderen Fahrzeugen • Infos der Bord-Sensoren
Welche Infos?	Erkanntes Hindernis und Entfernung	Ampel sendet: Standortinfos, Schaltstatus, z. B. in 15 Sekunden „Grün“	Positionsdaten und Maße der Parklücke	Fahrzeug-Sensoren melden Glatteis, Notbremsung bei Unfall oder Stauende, oder erkennen Warnschild	Alle Infos zum aktuellen Verkehrsgeschehen und zur Situation des Fahrzeugs
Wo findet die Info-Verarbeitung statt?	Im Fahrzeug	Im Fahrzeug; Berechnung der optimalen „Grün“-Geschwindigkeit und Anzeige im Navi	Im Fahrzeug; Navi verarbeitet Positionsdaten der Parklücke und navigiert zum Parkplatz	Im sendenden Fahrzeug; Verarbeitung und Senden der Sensor-Infos Empfangs-Fahrzeuge; Anzeige im Navi	Alle Infos zum aktuellen Verkehrsgeschehen und zur Situation des Fahrzeugs
Wann serienmäßig verfügbar?	aktuell	Mitte 2019	Ende 2017	Ab 2019	Ab 2040

BONUSAUFGABE

Lösungsvorschlag:

Zwei Wochen Wartezeit an Ampeln = $2 \times 7 \times 24 \times 3.600$ Sekunden = 1.209.600s

Mit einer mittleren Wartezeit von 45s fährt das Auto also $1.209.600s / 45s = 26.880$ -mal los.

- Gesamtkraftstoffverbrauch ist $26.880 \times 0,021 = 537,6$ Liter; Gesamt-CO₂-Menge: $26.880 \times 5g = 134.400g = 134,4kg = 0,1344$ Tonnen CO₂
- Die Ampelinformation soll ein Stoppen des Fahrzeugs an der Ampel vermeiden. Damit werden zusätzlicher Kraftstoff und CO₂ für das Anfahren eingespart. Das „Community based Parking“ reduziert den Parklücken-Suchverkehr. Damit müssen Fahrzeuge weniger Strecke beim Suchen eines Parkplatzes in der Stadt zurücklegen und sparen Kraftstoff und CO₂ ein.

2. TECHNISCHE UMSETZUNG ZUKÜNFTIGER MOBILITÄTSKONZEPTE

► **ORDNE DIE BEGRIFFE AUS DER TABELLE DER GRAFIK ZU**

Lösungsvorschlag:

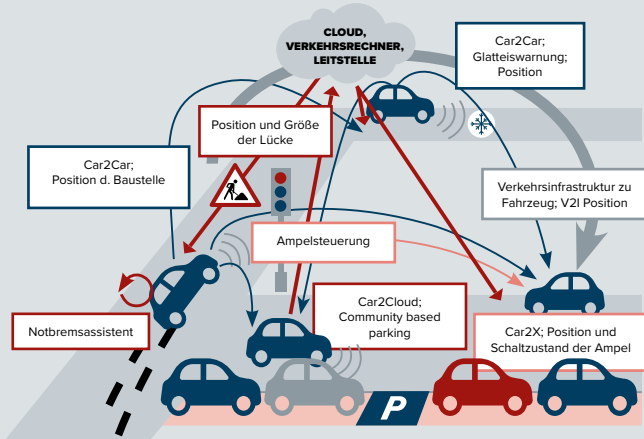


Abbildung 3

► VOR- UND NACHTEILE ZUKÜNFTIGER MOBILITÄTSKONZEPTE

Lösungsvorschlag:

ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSKONZEPTE	
VORTEILE	NACHTEILE
<ul style="list-style-type: none"> • Weniger Stau • Bessere Straßenauslastung • Weniger Unfälle • Weniger Kraftstoffverbrauch • Weniger Feinstaub, weniger Abgase, weniger CO₂ • Mehr Verkehrssicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr von Hackerzugriff auf Fahrzeuge • Dritte können Daten mitlesen • Aufenthaltsorte und Bewegungsprofile der Fahrzeuginhaber sind bekannt

Beispiel	Notbremsassistent	Ampelinformation	„Community based Parking“, d. h. Auto meldet freie Parklücken an andere Autos in der Umgebung	Warnung vor Glatteis, Unfall, Stau, Baustelle	Autonomes Fahren
Vorteile	• Weniger Unfälle	• Besserer Verkehrsfluss • Weniger Staus • Weniger Kraftstoffverbrauch • Weniger CO ₂ -Verbrauch	• Weniger Kraftstoffverbrauch • Weniger CO ₂ -Verbrauch • Weniger Verkehr	• Verbesserung der Verkehrssicherheit • Weniger Unfälle	• Weniger Staus • Weniger Kraftstoffverbrauch • Weniger CO ₂ -Verbrauch • Mehr Komfort • Weniger Unfälle
Nachteile	• Fehlalarm möglich	• Bei dichtem Verkehr wenig wirksam	• Aufenthaltsort und Bewegungsprofil werden übermittelt • Mögliche Hackerangriffe	• Aufenthaltsort und Bewegungsprofil werden übermittelt • Mögliche Hackerangriffe • Verfälschen von Warnmeldungen	• Aufenthaltsort und Bewegungsprofil werden übermittelt • Mögliche Hackerangriffe • Verfälschen von Warnmeldungen

3. PWLAN ODER MOBILFUNK FÜR ZUKÜNFTIGE MOBILITÄTSKONZEPTE

Lösungsvorschlag:

