

Vorlage an den Landrat

Bericht zum Postulat 2021/259 «Zuverlässigere Bodenmarkierungen für Autonomes Fahren auf Strassen» 2021/259

vom 24. Mai 2022

1. Text des Postulats

Am 22. April 2021 reichte Stefan Degen das Postulat 2021/259 «Zuverlässigere Bodenmarkierungen für Autonomes Fahren auf Strassen» ein, welches vom Landrat am 21. Mai 2021 mit folgendem Wortlaut überwiesen wurde:

Wortlaut

Vermeehrt werden Fahrzeuge mit Elektro- und Verbrennungsmotoren zugelassen, welche Level 3 oder teilweise sogar Level 4 der 5 Stufen zum vollautonomen Fahren erreichen. Diese Fahrzeuge orientieren sich mit Kameras und Radarsensoren. Damit der Nutzen, die technologisch maximale Sicherheit, dieser Technologie erreicht wird, gilt es vor allem, diesen Sensoren klare Markierungen zu bieten. Beschädigungen, unklare Strassenrandverhältnisse oder eine nicht konsequent geeignete Markierungssystematik (z.B. Weiterzug der Markierung nach Verkehrsinseln) kann dabei zu Unterbrüchen der Systeme führen. Nach wie vor ist der Mensch verpflichtet, sein Fahrzeug jederzeit steuern zu können und gefährliche Situationen zu meistern, dennoch kann eine Verbesserung bei der Unterstützung dieser Fahrassistenten helfen, eine höhere konstante Sicherheit zu erreichen.

Der Regierungsrat wird aufgefordert zu prüfen und darüber zu berichten, wie im Kanton Basel-Landschaft die Systematik und Qualität der Strassenmarkierungen für zukünftige technologische Weiterentwicklungen der Fahrzeuge in Bezug auf autonomes Fahren optimiert werden kann.

2. Stellungnahme des Regierungsrats

2.1. Ausgangslage

Das automatisierte Fahren (AF) wird gemäss SAE (Society of Automotive Engineers) in fünf Stufen (Level) unterteilt, die die unterschiedlichen Automatisierungsstufen der Fahrzeuge beschreiben. Diese reichen von Stufe 0 (Fahrer fährt vollständig selbst) bis Stufe 5 (kein Fahrer erforderlich und kein aktives Steuern möglich). In der folgenden Abbildung 1 sind die unterschiedlichen Automatisierungsstufen anschaulich visualisiert. Dabei ist auch erkennbar, welche Körperteile bzw. Sinne in welcher Automatisierungsstufe noch erforderlich sind.

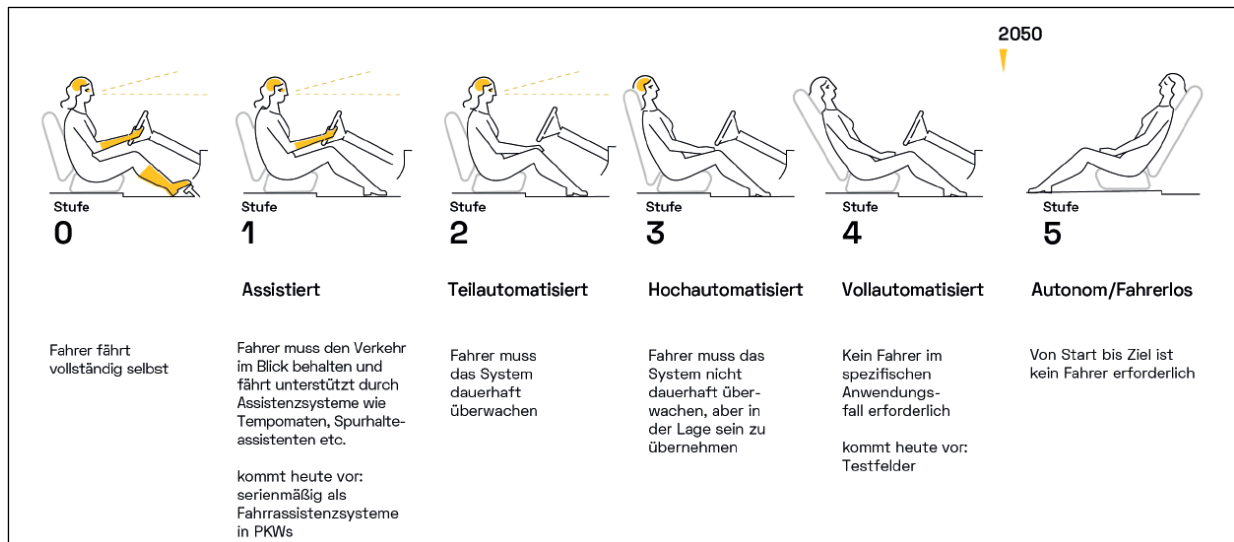


Abb. 1 Übersicht der Stufen des automatisierten Fahrens (Oswalt, et al., 2021)

Wird im Allgemeinen vom automatisierten Fahren gesprochen, ist damit in der Regel das vollautomatisierte Fahren gemeint und somit die beiden Automatisierungsstufen 4 (vollautomatisiert) und 5 (fahrerlos). Gemäss Definition nach SAE (Society of Automotive Engineers) kann das automatisierte Fahrzeug Stufe 4 alle Fahraufgaben im spezifischen Anwendungsfall selbstständig ausführen. Der spezifische Anwendungsfall kann jedoch u.a. räumlich, zeitlich und in Abhängigkeit vom befahrenen Strassentyp beschränkt sein.

Der grosse Unterschied zwischen den genannten beiden Stufen besteht darin, dass bei Stufe 4 der Fahrer nach einer ausreichend langen Vorwarnzeit noch in das Fahrgeschehen eingreifen kann. Dies ist bei Stufe 5 nicht möglich. In Bezug auf Sondersituationen, die das Fahrzeug nicht autonom lösen kann, ist dies entscheidend, da im ersten Fall (Stufe 4) eine Rückfallebene zur Verfügung steht, was bei Stufe 5 nicht mehr der Fall ist.

Die im Postulat erwähnte Stufe 3, das hochautomatisierte Fahren, ermöglicht es dem Fahrer im spezifischen Anwendungsfall und vorübergehend die Fahraufgabe abzugeben. Er muss jedoch nach Aufforderung kurzfristig übernehmen können. Ein Beispiel ist in diesem Zusammenhang der Mercedes Drive Pilot (Habermehl, 2021), der ab 2022 in der S-Klasse zum Einsatz kommen wird und auf der Autobahn in Deutschland bis zu einer Geschwindigkeit von 60 km/h die Fahraufgabe übernehmen kann. Die Anwendungsfälle sind, wie das Beispiel zeigt, sehr spezifisch, weshalb bei Stufe 3 nicht vom automatisierten Fahren im eigentlichen Sinne gesprochen werden kann. Stufe 3 wird deshalb im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Gleiches gilt auch für die diversen Assistenzsysteme wie z.B. der Überhol-, Lenk- oder Spurhalteassistent, ACC (Adaptive Cruise Control) oder der Autopilot Distronic+ (Tesla), welche alle der Stufe 2 zuzuordnen sind (ADAC, 2021). Diese und auch andere Assistenzsysteme der Stufe 1 (z.B. der Tempomat, Notbremsassistent) unterstützen den Fahrer bei der Fahraufgabe und können die Verkehrssicherheit verbessern, indem sie die komplexe Fahraufgabe vereinfachen oder bei Unaufmerksamkeiten des Fahrers warnen und eingreifen.

Die Assistenzsysteme können aber auch zu Unaufmerksamkeit verleiten, da der Fahrer dadurch u.U. unterfordert ist und beginnt, sich mit Nebentätigkeiten abzulenken. Insbesondere in Situationen, die eine schnelle Reaktion erfordern, können sich Assistenzsysteme auch nachteilig auf die Verkehrssicherheit auswirken. Das gilt auch, wenn die Systeme zweckentfremdet werden und ausserhalb ihres eigentlichen Betriebsbereichs genutzt werden. Einzelne Systeme, wie z.B. der Notbremsassistent, weisen aber insbesondere innerorts ein grosses Unfallvermeidungspotenzial auf (Meier, 2021).

Die Auswirkungen von Assistenzsystemen der Automatisierungsstufen 1 und 2 auf die Verkehrssicherheit und deren Abhängigkeit von Fahrbahnmarkierungen sind ein Teilaspekt des vorliegenden Postulats und werden deshalb im folgenden Exkurs abgehandelt. Bei der Beantwortung der Hauptfrage des Postulats bzgl. der Erforderlichkeit von Fahrbahnmarkierungen für das automatisierte Fahren (Stufen 4 und 5) spielen Assistenzsysteme jedoch eine untergeordnete Rolle und werden deshalb in den folgenden Kapiteln nicht weiter berücksichtigt.

2.2. Exkurs: Einfluss der Fahrbahnmarkierung auf Fahrzeugassistenzsysteme

Der Lenk- und der Spurhalteassistent unterstützen den Fahrer dabei, den Fahrstreifen möglichst mittig zu befahren. Die detaillierte Funktionsweise der Assistenzsysteme unterscheidet sich je nach Hersteller. Die meisten Systeme basieren aber auf Videokameras, die die Fahrstreifenmarkierung erkennen, diese mit der Position des Fahrzeugs abgleichen und eingreifen, sobald die Gefahr besteht, dass der Fahrstreifen ungewollt verlassen wird (Bosch, 2022).

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass insbesondere die beiden genannten Assistenzsysteme auf eine lückenlos vorhandene und gut erkennbare Fahrbahnmarkierung angewiesen sind. Neben fehlender Markierung auf älteren Verkehrswegen, Nebenstrassen und bei Kernfahrbahnen sind Witterungseinflüsse wie Regen, Schnee und schlechte Lichtverhältnisse Gründe, warum die Fahrbahnmarkierung von kameragestützten Assistenzsystemen schlecht erkannt wird (Feilhauer, 2018).

Im Kontext des automatisierten Fahrens stellen Fahrerassistenzsysteme eine Übergangslösung bzw. einen Zwischenzustand zwischen konventionell gesteuerten (Stufe 0) und automatisierten Fahrzeugen (Stufe 4 und 5) dar. Auch wenn z.B. der Lenk- und der Spurhalteassistent bei einer lückenlosen Fahrbahnmarkierung besser funktionieren und die Verkehrssicherheit erhöhen können, stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, ob ein entsprechendes Nachrüsten der Strasseninfrastruktur zielführend und nachhaltig ist, wenn noch nicht geklärt ist, ob für die zukünftig automatisierten Fahrzeuge auch noch eine Strassenmarkierung benötigt wird. Zudem existiert z.B. auch seitens des ADAC die Empfehlung, dass Spurhalteassistenten auch Strassenränder ohne Fahrbahnmarkierung erkennen sollen (ADAC, 2020). Sollte dieser Empfehlung gefolgt werden, würde dies dazu führen, dass für die genannten Assistenzsysteme eine Fahrbahnmarkierung nicht erforderlich wäre.

2.3. Zeitliche und räumliche Durchdringung von automatisierten Fahrzeugen

Automatisierte Fahrzeuge werden zukünftig einen immer grösser werdenden Anteil der Schweizer Fahrzeugflotte ausmachen. Erste automatisierte Fahrzeuge werden in der Schweiz jedoch erst ab 2030 erwartet. Der Übergangsbereich des Mischverkehrs zwischen automatisierten und konventionellen Fahrzeugen wird jedoch noch bis über das Jahr 2050 hinaus andauern (Busch, et al., 2020). Die meisten Expertinnen und Experten sowie Studien gehen davon aus, dass die Strassenfreigabe für automatisierte Fahrzeuge schrittweise erfolgen wird und dabei die Hochleistungsstrassen als erstes für automatisierte Fahrzeuge freigegeben werden.

In jedem Fall müssen die Anforderungen – sofern nicht internationale Standards übernommen werden – national abgestimmt, festgelegt und umgesetzt werden. Hierfür wird es auch entsprechende Weiterentwicklungen und Anpassungen der heutigen Schweizer Normenwerke (VSS, SIA etc.) brauchen. Da die Hochleistungsstrassen (i.d.R. sind dies Nationalstrassen im Besitz des Bundes) voraussichtlich als erstes automatisiert befahren werden, wird wohl der Bund – auch bei der allfälligen Nachrüstung der Infrastruktur – Zuständigkeiten übernehmen und entsprechende Rahmenbedingungen schaffen müssen.

2.4. Einfluss der Strassenmarkierung auf automatisiertes Fahren

Um den Einfluss der Strassenmarkierung auf das automatisierte Fahren zu verstehen, wird im Folgenden die Funktionsweise der automatisierten Fahrzeuge und das Wechselspiel der drei massgebenden Systemkomponenten (Fahrzeugsensorik, Strasseninfrastruktur sowie Ortung und Positionierung, vgl. folgende Abbildung) vereinfacht erläutert. Dies ist von Relevanz, da die Strassenmarkierung lediglich eine Teilkomponente des Gesamtsystems darstellt.



Abb. 2 Übersicht der Systemkomponenten für AF (Richner & Armbruster, 2022)

Fahrzeugsensorik

Die Kernkomponente beim automatisierten Fahren stellt die verbaute Fahrzeugsensorik dar. In der folgenden Tab. 1 wird basierend auf verschiedenen Quellen (Köllner, 2021), (Deckert, 2017), (VDI, 2019) ein Überblick über die verschiedenen Systeme der Fahrzeugsensorik für das automatisierte Fahren gegeben. Die einzelnen Sensorsysteme arbeiten zusammen und bilden ein gesamtheitliches Bild zur Orientierung und ordnungsgemässen Funktion:

System	Funktionsweise	Aufgabe
<ul style="list-style-type: none"> Videokameras 	<ul style="list-style-type: none"> Bildliche, räumliche Aufnahme (benötigt gute Lichtverhältnisse) 	<ul style="list-style-type: none"> Erfassung der Umgebung und der anderen Verkehrsteilnehmer Erfassung der Schilder und Ampeln
<ul style="list-style-type: none"> Lidar 	<ul style="list-style-type: none"> Grossräumige Objekterfassung mit Laserstrahlen – Reichweite bis zu 200 m (anfällig bei widrigen Bedingungen) 	<ul style="list-style-type: none"> Objekterfassung der Umgebung in Echtzeit zum kontinuierlichen Abgleich mit HD-Karten Erfassung der Markierung Zusammen mit HD-Karte als redundantes System → jede Information doppelt vorhanden
<ul style="list-style-type: none"> Radar 	<ul style="list-style-type: none"> Messen von Abstand und Geschwindigkeit (robust im Einsatz) 	<ul style="list-style-type: none"> Messung von Distanz und Geschwindigkeit zu anderen Fahrzeugen und Objekten Weiteres Instrument ergänzend zu Kameras
<ul style="list-style-type: none"> GPS-System 	<ul style="list-style-type: none"> Positionsortung (redundante Ausführung nötig) 	<ul style="list-style-type: none"> Spurgenaue Ortung auf wenige Zentimeter genau, zusammen mit HD-Karte (auf 2 cm genau)
<ul style="list-style-type: none"> Ultraschall 	<ul style="list-style-type: none"> Messen von Abstand und Geschwindigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> Erfassung der Distanz im Nahbereich Ergänzung zum Radar

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (robust gegenüber externen Einflüssen) 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mikrofon 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akustische Wahrnehmung der Umgebung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erkennung von Strasseneigenschaften, Martinshörnern, Hupen, Klingeln, Rückfahrsignalen usw.

Tab. 1 Übersicht der Fahrzeugsensorik (Köllner, 2021), (Deckert, 2017), (VDI, 2019)

Im Hinblick auf die Wahrnehmungsmöglichkeit anderer (nicht automatisierter) Verkehrsteilnehmer und der Strasseninfrastruktur sind je nach Systemtyp unterschiedlich gute Ergebnisse möglich. Bei schwierigen Umfeldsituationen (z.B. Wiedereinfluss) oder vom Standard abweichenden Verkehrssituationen (z.B. Baustellen) sind jedoch Erweiterungen der bestehenden Strasseninfrastruktur hilfreich bzw. erforderlich.

Strasseninfrastruktur

Die Strasseninfrastruktur kann in unterschiedliche Elemente unterteilt werden. Das deutsche Bundesamt für Strassenwesen (BASt, 2019) unterscheidet in ihrem Forschungsprojekt zwischen den drei folgenden Typen:

- entwurfstechnische Infrastruktur (Linienführung und bauliche Elemente)
- verkehrstechnische Infrastruktur (**Markierung, Signalisation**, Verkehrsbeeinflussungsanlagen, LSA)
- informationstechnische Infrastruktur (digitale Karten und Vehicle-to-X-Kommunikation), vgl. auch Systemkomponente «Ortung und Positionierung»

In Bezug auf die Einführung des automatisierten Fahrens sind die drei Typen separat und unterschiedlich zu beurteilen. Dies auch deshalb, da allfällige Anpassungen an der Infrastruktur unterschiedlich aufwändig sind und einen entsprechenden zeitlichen Vorlauf erfordern. Die entwurfstechnische Infrastruktur anzupassen ist dabei der aufwändigste und kostenintensivste Typ. Die informationstechnische Infrastruktur nachzurüsten ist am einfachsten machbar. Die verkehrstechnische Infrastruktur liegt entsprechend dazwischen.

Ein grundlegendes Anpassen der entwurfstechnischen Infrastruktur zur Einführung des automatisierten Fahrens ist deshalb eigentlich keine wirkliche Option. Ein punktuelles Nachrüsten der verkehrstechnischen Infrastruktur in ausgewählten Situationen kann angezeigt sein, um das automatisierte Fahrzeug zu unterstützen und auf Sondersituationen frühzeitig hinzuweisen oder diese sogar aufzulösen. Bei Stufe 4-Fahrzeugen besteht in diesen Sondersituationen auch die Möglichkeit, dass der Fahrer rechtzeitig darauf aufmerksam gemacht wird, dass er die Steuerung des Fahrzeugs übernehmen muss. Ein Nachrüsten der verkehrstechnischen Infrastruktur kann durch klassische Massnahmen wie z.B. Ergänzen fehlender Markierung geschehen. Die Nachrüstung kann aber auch durch neue Infrastruktur wie z.B. eigene Verkehrszeichen für automatisierte Fahrzeuge erfolgen.

Inwieweit automatisierte Fahrzeuge aber überhaupt ein Nachrüsten der bestehenden verkehrstechnischen Infrastruktur erfordern, ist noch nicht geklärt. Dazu finden aktuell verschiedene Forschungen im Rahmen von Testfeldern statt, u.a. Testfeld A9, Bayern (BMVI, 3/2017). In der Literatur finden sich unterschiedliche Aussagen zu diesem Thema, welches auch stark durch das Marketing der Hersteller oder Entwickler der Infrastruktur geprägt ist. Da das Feld des automatisierten Fahrens einem aktuell grossen und dynamischen Wettbewerb unterliegt, sind verlässliche Aussagen, insbesondere seitens der Automobilhersteller, nicht zu erhalten.

Die Auswertung der vorhandenen Literatur zeigt, dass es keine einheitliche Tendenz bzgl. der Anforderungen an die verkehrstechnische Infrastruktur gibt. Grundsätzlich sind zwei gegensätzliche Haltungen auch in der aktuellen Forschung und Wissenschaft gleichermassen verbreitet.

1. Wenn automatisierte Fahrzeuge flächendeckend eingesetzt werden sollen, dann müssen diese mit der bestehenden Strasseninfrastruktur und deren Besonderheiten (bspw. auch lückenhafte Markierung) zurechtkommen.
2. Die bestehende Strasseninfrastruktur muss so ertüchtigt werden, dass automatisierte Fahrzeuge möglichst sicher im Netz unterwegs sein können und eine zeitnahe Zulassung möglich ist.

Wahrscheinlich werden die beiden extremen Fälle so nicht eintreten. Aber insbesondere in Bezug auf Stufe 4-Fahrzeuge gilt als sicher, dass diese dort zuerst fahren werden, wo die Strasseninfrastruktur ein automatisiertes Fahren am besten unterstützt, da in dieser Automatisierungsstufe der Fahrer die Fahrfunktion nach einer entsprechenden Vorwarnzeit wieder übernehmen können muss. Daher werden die Anwendungsfälle zu Beginn räumlich und zeitlich sehr eingeschränkt sein.

Im Forschungsprojekt des deutschen Bundesamtes für Strassenwesen (BASt, 2019) wird sehr treffend zusammengefasst, dass nach wie vor die Möglichkeit besteht, dass der Status Quo der Infrastruktur bereits ausreicht und es nur eine Frage der Zeit ist, bis die erforderlichen fahrzeugeitigen Technologien die notwendige Leistungsfähigkeit erreichen. Dies ist aber zum heutigen Zeitpunkt noch nicht gesichert. Deshalb können einerseits jetzt initiierte Massnahmen zur Nachrüstung der Infrastruktur in wenigen Jahren obsolet sein, andererseits könnten nicht initiierte Massnahmen zu einer Verhinderung oder verzögerten Einführung von automatisierten Fahrzeugen führen. «Der Anpassungsbedarf an der bestehenden Infrastruktur scheint somit gering» (BASt, 2019).

Ortung und Positionierung

Bei der dritten Systemkomponente «Ortung und Positionierung» stehen primär die hochauflösenden digitalen Karten (HD-Karten) im Fokus, aber auch die Fahrzeugortung mithilfe GPS und die Kommunikation der automatisierten Fahrzeuge untereinander sowie die ggf. vorhandene digitale Infrastruktur sind Teil dieser Systemkomponente.

Hochauflösende 3D-Karten, auch High-Definition Maps (HD Maps) genannt, sind für das automatisierte und autonome Fahren sehr wichtig, denn sie setzen den Rahmen, in dem sich ein Fahrzeug bewegen kann, während die Sensoren an Bord sofort auf Veränderungen im Verkehr reagieren können. Eine HD Map ist wie ein weiterer leistungsfähiger Sensor (Hofmann, 2021). Bei Schnee und Nebel etwa liefern Bordsensoren nicht immer optimale Ergebnisse. HD Maps helfen einem Fahrzeug zu verstehen, was die eigenen Sensoren wirklich sehen. Hinzu kommt die begrenzte Reichweite der Sensoren im Fahrzeug von bis zu ein paar hundert Metern, während die HD-Karte auch über die reine Sensorreichweite hinausgeht. Gemäss Oswald et al. (2021) oder Quarks (2019) stellen die HD-Karten eine Rückfallebene dar, wenn die Sensorik nicht ausreichend ist bzw. können diese bei der Bewältigung der Fahraufgabe unterstützen.

Gemäss Heimgartner et al. (2020) werden zur Aktualisierung der HD-Karte die gesammelten Daten mittels Sensorik aggregiert. Im einfachsten Fall werden punktuelle Daten (z. B. Geschwindigkeitsbeschränkungen) mit geeigneten Verfahren zusammengeführt. In fortgeschrittenen Stufen werden auch linien- und flächenartige Informationen (z.B. Fahrstreifenmarkierungen und Netzabdeckungen) eingebunden. Damit übernehmen die Fahrzeuge analog zu einem Floating Car Observer auch teilweise die Aufgabe der Datensammlung und der unterstützenden Funktion bei der Kartenaktualisierung.

Neben den fahrzeugeigenen Systemkomponenten und der Satellitenkommunikation benötigen automatisierte Fahrzeuge sowie generell digitale Infrastrukturelemente für die Kommunikation Mobilfunk (4G/5G) und/oder so genannte Road-Side-Units (IOT-Funk). Gemäss Oswald et al. (2021) gehen die gegenwärtigen Expertenmeinungen bezüglich der Notwendigkeit einer 5G-Technologie auseinander. Viel wichtiger scheint eine flächendeckende, konvergente Netzabdeckung für viel Konnektivität für alle Nutzerinnen und Nutzer zu sein. Das heisst, eine Überlagerung von hohen

Datenmengen auf schnellen Mobilfunknetzen (4G oder 5G) und Road-Side-Units (IOT-Funk) an Lichtsignalanlagen. Die Konnektivität wird auch für Kartenupdates sowie für die Kommunikation und Vernetzung mit anderen Fahrzeugen und mit der Umgebung angestrebt, was das automatisierte Fahren in Zukunft noch verbessern wird.

Die Zusammenstellung zeigt, dass die Systemkomponente Ortung und Positionierung einen wichtigen Aspekt bei der Einführung des automatisierten Fahrens bildet. Das Potenzial der informationstechnischen Infrastruktur ist gross, gleiches gilt aber auch für den noch vorhandenen Forschungsbedarf. Einige technische Lösungen liegen bereits vor bzw. werden getestet. Welches der Systeme sich durchsetzen wird, ist jedoch noch offen. Zusammenfassend erhofft man sich von Tools wie HD-Karten und C2X bzw. C2C Kommunikation, dass diese die vorhandenen Lücken der fahrzeugeigenen Sensorik schliessen können und diese redundant absichern.

2.5. Zusammenfassung der Erkenntnisse

Die Analyse aktueller Forschungsergebnisse und der verfügbaren Quellen ergeben zusammenfassend die folgenden zentralen Erkenntnisse in Bezug auf die vorliegende Fragestellung:

- Die Weiterentwicklung, Forschung und Einführung der automatisierten Fahrzeuge ist hochdynamisch und stark wettbewerbsgetrieben. Eine Prognose ist entsprechend schwierig. Nicht zuletzt, weil die Fahrzeughersteller kaum aktuelle Daten und Forschungsergebnisse frei zugänglich machen.
- Es gilt als wahrscheinlich, dass automatisierte Fahrzeuge flächendeckend zuerst in den Bereichen zum Einsatz kommen, in welchen die vorhandene Infrastruktur die Fahrzeuge am besten bei der Bewältigung der Fahraufgabe unterstützen wird.
- Es wird eine zeitlich und räumlich gestaffelte Freigabe der Strasseninfrastruktur für automatisierte Fahrzeuge erwartet. Dabei eignen sich voraussichtlich Autobahnen am besten für den Ersteinsatz.
- Für einen einsatzfähigen und sicheren Betrieb (Systemredundanz) automatisierter Fahrzeuge sind mehrere Systeme notwendig, die im Zusammenspiel funktionieren müssen. Alle drei Systemkomponenten entwickeln sich stetig und unabhängig voneinander weiter. In Abhängigkeit der zu bewältigenden Fahraufgabe sind unterschiedliche Systemkomponenten in der Hauptverantwortung.
- Ein flächiges Nachrüsten der bestehenden verkehrstechnischen Strasseninfrastruktur zur Einführung von automatisierten Fahrzeugen scheint unwahrscheinlich. Eine punktuelle Ertüchtigung ist jedoch denkbar, um spezifische Sondersituationen für automatisierte Fahrzeuge fahrbar zu machen.
- Wie weit Strassenmarkierungen für automatisierte Fahrzeuge ertüchtigt bzw. im Falle von lückenhafter Ausführung vervollständigt werden müssen, wird kontrovers diskutiert und kann heute nicht abschliessend beantwortet werden.
- Digitale HD-Karten und informationstechnische Infrastruktur bieten ein grosses Potenzial, um die Einführung von automatisierten Fahrzeugen zu unterstützen und zu beschleunigen, da diese als redundantes System die fahrzeugeigene Sensorik und die bestehende Infrastruktur absichern können.

2.6. Fazit und Ausblick

In Anbetracht der noch sehr diffusen bzw. noch nicht abschliessend geklärten Anforderungen an die Infrastruktur ist es zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht zielführend, bereits denkbare Massnahmen (bspw. im Bereich der Markierung oder der Signalisation) auf Verdacht hin umzusetzen. Vielmehr muss weitere Forschungsarbeit geleistet werden und die Anforderungen für automatisiertes

Fahren an die Strasseninfrastruktur müssen geklärt bzw. beschlossen werden, bevor an die Umsetzung konkreter Massnahmen zu denken ist. Zudem gilt es zu beachten, dass nach aktuellem Forschungsstand mit ersten automatisierten Fahrzeugen nicht vor 2030 zu rechnen ist, die dann auch nur in einem begrenzten räumlichen Perimeter und unter spezifischen Rahmenbedingungen zugelassen werden. Hinzu kommt die Tatsache, dass in einem ersten Schritt die Autobahnen für automatisierte Fahrzeuge freigegeben werden dürften, was im Hinblick auf normative Vorgaben und das Schaffen von Rahmenbedingungen und Standards auch dem Bund eine gewisse Verantwortung und Vorreiterrolle zukommen lässt.

In Kenntnis des aktuellen Entwicklungs- und Forschungsstandes (soweit die Ergebnisse verfügbar sind) kann zum heutigen Zeitpunkt nicht eindeutig gesagt werden, welche Anforderungen automatisierte Fahrzeuge an die Qualität der Strassenmarkierungen stellen werden. Dies hängt damit zusammen, dass noch nicht abschliessend klar ist, ob und in welchem Umfang automatisierte Fahrzeuge überhaupt noch auf eine herkömmliche Strassenmarkierung angewiesen sein werden oder ggf. andere ergänzende Strasseninfrastruktur benötigen. Dies hängt unter anderem sehr stark von der Weiterentwicklung der bordeigenen Sensorik als auch der Verfügbarkeit und Präzision von zukünftigen HD-Karten, die voraussichtlich zum Einsatz kommen werden, ab. Sobald geklärt bzw. definiert ist, welche Anforderungen automatisierte Fahrzeuge an die Qualität der Strassenmarkierung stellen, kann darauf aufbauend auch eine Systematik entwickelt werden, um diese Anforderungen bestmöglich und flächendeckend zu erfüllen.

In jedem Fall müssen die Anforderungen – sofern nicht internationale Standards übernommen werden – national abgestimmt, festgelegt und umgesetzt werden. Kantonale Einzellösungen sind für die flächige Nutzung des automatisierten Fahrens nicht zielführend. Im Zusammenhang mit dem automatisierten Fahren werden entsprechende Weiterentwicklungen und Anpassungen der heutigen nationalen Normenwerke (VSS, SIA etc.) nötig sein.

Aus den oben erwähnten Gründen besteht auf Stufe Kanton aktuell kein Handlungsbedarf.

3. Antrag

Gestützt auf die vorstehenden Ausführungen beantragt der Regierungsrat dem Landrat, das Postulat 2021/259 «Zuverlässigere Bodenmarkierungen für Autonomes Fahren auf Strassen» abzuschreiben.

Liestal, 24. Mai 2022

Im Namen des Regierungsrats

Der Präsident:

Thomas Weber

Die Landschreiberin:

Elisabeth Heer Dietrich