



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de la Mobilité
et des Travaux publics

Gemeinsam Äntwert vun der Ministesch fir Mobilitéit an ëffentlech Aarbechten, dem Minister fir Wirtschaft, PME, Energie an Tourismus op d'parlamentaresch Fro n° 1123 vum 21. August 2024 vum Här Deputéierten Marc Goergen.

Den honorabelen Deputéierte freet Detailler zu der Stroosseninfrastruktur am Zesammenhang mat Autoen déi mat Systemer ekipéiert sinn, déi et erlaben autonom bezéiungsweis semi-autonom ze fueren. Méi präzis well den honorabelen Deputéierte wëssen, wéi d'Stroossen autonomt Fueren erlaben a wéi vill Kilometer vun de Stroossen am Grand-Duché dës Mindestfuerderungen erfëllen.

Dës parlamentaresch Fro an d'Conclusiounen aus där selwechter zu autonomer Gefierer an der Stroosseninfrastruktur erfuerderen eng méi breet gefächert Betruechtung.

Den honorabelen Deputéierte resuméiert d'Aussoe vum Koalitiounsaccord 2023-2028, dass d'Regierung ugekënnegt hätt, d'Innovatioun an der Automobilitéit ze ënnerstëtzen, andeems d'Technologien, déi fir d'Realisatioun vum autonomer Fuere gebraucht ginn, reglementéiert solle ginn.

Am Koalitiounsaccord ass zu dem Thema ze liesen, dass d'Regierung eng intelligent Mobilitéit ënnerstëtzt, andeems eng holistesche Strategie fir een automatiséiert a connectéiert Fueren definéiert gëtt, mam Zil Lëtzebuerg zu engem Pionéier an der Matière ze maachen. Fir eng méi konkret Ëmsetzung vun dëser Strategie ze erreeche ginn zwou Piste festgehalten; d'Elaboratioun vun enger Mobilitéitsdatestrategie an d'Schafung vun engem gesetzleche Kader, deem déi verschidden Aspekter fir d'Notzung vu Gefierer mat automatiséierte Systemer reglementéiert.

Dat heescht d'"Aspekter fir d'Notzung" (Säit 201 vum Koalitiounsaccord) gi reglementéiert, wéi am Kapitel "*Planification du développement du territoire Cadre légal – Mobilité – Voiture*" vum Koalitiounsaccord 2023-2028 definéiert:

« Afin de jouer un rôle de pionnier en Europe dans le domaine de la conduite autonome, le Gouvernement élaborera un cadre légal qui régleme les différents aspects de l'utilisation de véhicules équipés de systèmes d'automatisation. »

Ob a wat fir Technologië reglementéiert gi mussen, kann eréischt méi spéit decidéiert ginn, wann all relevant Aspekter, déi sech net reng op Technologië bezéien, identifizéiert, analyséiert an evaluéiert sinn. Dat ass d'Basis fir méi detailléiert Aktiounspläng ze elaboréieren.

Dës parlamentaresch Fro geet och op d'Eegnung vu lëtzebuergesche Stroosse fir d'autonomt Fuere mat Referenz op d'Äntwerte vun der deemoleger Regierung op d'parlamentaresch Froen n°508 vum 14. Mäerz 2019, n°5093 vum 12. Oktober 2021 an n°5403 vum 17. Dezember 2021 an.

Zum éischte Punkt, dass "*virun allem Autobunne wéinst dem héije Standard an der Stroossebeschëlderung an de Fuebunmarkéierungen, am fuertüchteste fir autonom Autoe sinn*", ass festzustellen, dass an den Äntwerten op d'parlamentaresch Froen n°508 an n°5093 sech reng op d'Froe vum honorabelen Deputéierte fokusséiert gouf.



Et ass keng Ausso gemaach ginn, déi eng *“Fuertüchtégheet vum autonoomen Auto”* an direkter Relatioun oder souguer essenzieller Ofhängegkeet mat Markéierungen an/oder Beschëlderung op der Autobunn confirméiert.

Iwwert den Autobunnsreseau (parlamentaresch Fro n°508) ass vum deemolege Minister explizéiert ginn, dass *“dat och de Reseau ass, wou d’autonoomt Fueren am sënnvollsten ass an och viraussichtlech wäert vir d’éischt erlaabt ginn, well hei grouss Distanzen nëmmen duerch motoriséiert Gefierer gefuer ginn, ouni déi vill Konfliktpunkten déi op de Landstroossen oder an Uertschafte gi sinn.”*

Wéi schonns an där selwechter parlamentarescher Fro bemierkt, ginn déi Stroossenelementer europawäit éischter vereinfacht an harmoniséiert, iwwerall wou dat méiglech ass *“op Stroosse mat wéineg Gefierer, woufir sech iwwert déi leschte Joren europawäit déi Marquagestandarden entwéckelt hunn, ass et méiglech ouni iwwerdriwwene Marquage an ouni iwwerdriwwene Stroossenbeschëlderung auszekommen”*.

Déi parlamentaresch Fro verweist och op d’Upassung vum Gefier an d’Ëmgéigend an, dass Fuerassistenze mussen *“Situatiounen auswäerten a konfliktfräi meeschtere kënnen”*. Dozou ass ze präziséieren, dass duerch d’EU-Veruerdung 2019/2144 progressiv ëmmer méi Systemer fir nei Autoe verpflichtend ginn, déi den*d’Automobilist*in beim Fueren assistéiere sollen. Iwwert déi Veruerdung mussen d’Hiersteller iwwert déi kommend Joren ëmmer méi esou Systemer verbaue wann se hier Autoe wëllen op den EU-Marché bréngen. Hei schwätze mir awer éischter vun erweiderten Assistenzsystemer.

Aner europäesch an international Normen am Kader vun der Homologatioun bezéien sech prinzipiell op d’Virgawe fir d’Automobillhiersteller wéi se hier Autoe mussen entwéckelen, a schreiwen de Länner net vir, wéi se hier Infrastruktur mussen un d’Gefierer upassen, dass dës mat sämtlechen entwéckelte Systemer autonom oder deels autonom fuere kënnen.

Et ass deemno un den Hiersteller fir Systemer ze entwéckelen a sécherzestellen, dass se op de verschiddene Stroosstypen kënne genotzt ginn. D’Hiersteller leeën dann och déi sougenannten *“Operation Design Domain”* fest, an där déi autonom Funktioun benotzbar sinn. Dëst kann een haut scho bei den Autoe feststellen déi engem beispillsweis uweise wéini de Spurhaltesystem ka genotzt gi bezéiungsweis wéini dësen aktiv ass. Dëst gëtt och nach eng Kéier duerch d’Wiener Konventioun, méi präzis mam Artikel 34bis, bekräftegt. Wann d’Autoe mat esou Systemer equipéiert sinn, déi den*d’Automobilist*in vun der Furfunktioun zum Deel oder ganz entbannen an deemno selwer d’Kontroll iwwert den Auto huelen, mussen d’Autoen sech konform zu den internationale bezéiungsweis nationale Bestëmmunge verhalten. Dëst bedeit och dass déi bestoend national Infrastruktur muss berücksichtegt ginn an d’Verhale vum Auto op dëser Infrastruktur muss adaptéiert sinn.

D’Systemer fir autonoomt Fuere ginn also esou entwéckelt, dass d’Fuerweis vum Gefier entsprechend de bestoende Verkéiersreegele respektiv den ënnerschiddleche momentane Stroossen- a Verkéierskonditiounen kann ugepasst ginn. Dëst ass engersäits méiglech andeems d’Systemer an den autonoomen Gefierer d’Strooseschëlde selwer erkennen an anerersäits sinn an de Systemer héichopléisend digital Kaarte vun de Stroossen hannerluecht déi eng Villzuel un Detailer vum Stroossereseau enthalen déi néideg si fir d’Gefier op der Strooss ze beweegen.



Des Weidere sinn d'Automobillhiersteller an hier Zouliwwerer mat der Entwécklung vu Komponenten amgaangen déi den Zoustand vun der Strooss zu all Moment kënnen erfassen. Mat deenen Donnéeë kann de System exakt berechnen wéi en d'Fuerweis muss upasse fir d'Gefier sécher op der Strooss ze beweegen. Autonom Gefierer sinn also net just ausschliisslech ugewisen op Input vun der Stroosseninfrastruktur wéi zum Beispill der Beschëlderung, mee si gräifen och op intern hannerluechten Donnéeë zeréck déi reegelméisseg aktualiséiert ginn an se analyséieren selwer d'Stroossenbegebenheeten.

Zum zweete Punkt deen ugeschwaat gëtt, dass *“Op villen anere Stroossen dës Autoen awer aktuell nach mat Problemer ze kämpfen hunn, well eng schlecht Beschëlderung, mangelhaft Stroossemarkéierungen oder d'Presenz vu Chantieren de Bordinstrumenter Problemer bereeden“* ass nach eng Kéier ze betounen (parlamentaresch Froen n°508 an n°5093), dass sech no dem klassesche Statut vun der jeeweileger Strooss un een etabléierte Standard fir Markéierung a Beschëlderung gehale gëtt.

Zu Lëtzebuerg sinn d'Beschëlderungen a Markéierungen generell an engem gudde bis exzellenten Zoustand. Zum Beispill ginn eleng op de Staatsstroosse ronn 10'000 Schëlde d'Joer ausgetosch respektiv dobäigesat an d'Säitesträifen vun den Autobunnen eemol am Joer nogezunn.

Ofhängeg vun de Stroosseklassen an hirem Erëmerkennungswäert ginn ënnerschiddlech Systemer bei de Markéierungen bewosst opbruecht fir den*d'Automobilist*in ze responsabiliséieren. Alles an allem spille bei deene Mesurë vill Verkéiersséchereheetsiwwerleeunge mat, déi den*d'Automobilist*in haut ënnerstëtzen an Accidenter miniméieren. D'Stroossebauverwaltung suivéiert kontinuierlech déi Entwécklung an tauscht sech mat den anere Stroossgestionnaire vum aneren EU-Länner aus.

Fir den autonome Fuermodus gouf nach kee spezifeschen EU-Standard definéiert wat d'Beschëlderungen an d'Markéierungen ubelaangt.

D'Approche fir autonomt Fuere reng iwwer Schëlde a Markéierungen op der physikalescher Stroosseninfrastruktur ze realiséieren entsprécht zudeem net deem, wéi an Europa vernetzt autonomt Fuere mat entsprecherender Sécherehetsmesurë vun de Länner, Industrie an Expertegruppen entwéckelt an etabléiert gëtt. Chantieren an och Accidenter si generell wéinst der Komplexitéit eng grouss Problematik vun autonome Systemer a ganz Europa.

Eng Bewäertung ob den autonomen Auto eng spezifesch Situatioun am Trafic maîtresiert, hängk net eleng vu Schëlde a Markéierungen op der Strooss of, mee och wat den autonome System am Auto vu selwen maîtresiert a wat fir aner ënnerstëtzend Technologien an Digitalisatiounen als unerkannt a sécher Léisungen an Europa agefouert ginn.



Fro 1: Wéi wäit sinn déi lëtzebuergesch Stroossen op autonom-fuerend Autoe preparéiert?

Déi lëtzebuergesch Stroossen, wat den Deel vun der physikalescher Infrastruktur ugeet, wäerten op autonomt Fueren adaptéiert ginn, wa bis een europäesche Standard fir d'Evaluatoun an d'Ausleeung vu Stroosseninfrastrukturen am Kontext vum autonoomen Fueren existéiert. Dat ass haut net de Fall, mee et gëtt drop geuecht, dass nëmme Standardbeschëlderungen benotzt ginn.

Trotzdem setzen sech d'Gestionnairen an d'Entwéckler vun der Stroosseninfrastruktur an Europa fir eng harmoniséiert Beschëlderung a Markéierung an. An dësem Zesammenhang hunn d'Länner och missen de visuellen Aspekt vun hire Stroosenschëlder obligatoresch der EU-Kommissioun an esou och den Hiersteller matdeelen, fir dass dës kënnen d'Autoen, op Grondlag vun der domadder erstallten Datebank, mat den néidegen Informatiounen fiddere. Tatsächlech ass dëst eng vun de wéinege Veruerdnungen déi d'Länner obligéiert fir den Hiersteller déi néideg Informatiounen zu der Stroosseninfrastruktur bereet ze stellen.

Am Fall wou een europäesche Standard fir d'physikalesch Infrastruktur géif kommen, wier d'Evaluatoun vun der Stroosseninfrastruktur net un der classescher oder anere Stroosensklassifikatioun/-kategorien orientéiert, mee villméis ginn dee Moment d'Stroosensofschnëtter no spezifesch festgeluechte Krittären an EU-wäit unerkannte Bewäertungsmodeller analyséiert. Dozou gëtt et éischt Projeten an Entwécklungen, déi opmierksam suivéiert ginn. Et ass dovunner auszegoen, dass den Deel nach staark evoluéiert, well déi automatiséiert a connectéiert Systemer am Gefier vun der Industrie sech staark weiderentwéckelen.

Am Kontext vun der Sécherheet vum autonoomen Fuere gëtt an Europa zur Zäit e vernetzt Fueren ugestriift, dat heescht, dass d'Gefier mat anere Gefierer, der Infrastruktur an IT-Plattformen kommunizéiert a regelméisseg aktualiséiert Kaartematerial an aner relevant Informatiounen pro Stroosens-Ofschnëtt, an deem et sech beweegt, kréie soll.

Vill Initiative fir Harmoniséierungen an der Digitalisatioun lafen op europäeschem Niveau, fir dass d'Gefierer an d'Infrastruktur interoperabel Donnéeën deelen an notze kënnen.

Den autonoomen Auto kann also mat Technologien an digital Architekturen ënnerstëtzt ginn, déi sech souwuel technesch, wéi och organisatoresch a finanziell als fiabel an drobar erweisen.

Dat neit internationaalt Reglement "Driver Controlled Assistance Systems" am Kader vun der Homologatioun, wat op der UN-Regelung 79 opgebaut ass, déi sech mat avancéierten Assistenzsystemer auserneesetzt, stellt eng nei Veruerdnung duer, déi et den Hiersteller erlaube soll Systemer an den Autoen ze verbauen déi tatsächlech den Auto deels autonom kënnen bedriewen, woubäi den*d'Automobilist*in ëmmer nach muss den Auto iwwerwaachen an nach ëmmer d'Responsabilitéit iwwert den Auto behält an esou ëmmer kann agräife wouduerch den Auto och selwer soll léieren. All Agrëff duerch den*d'Automobilist*in an de System muss vum Hiersteller opgezeechent an der Homologatiounsautoritéit matgedeelt ginn.



Duerch dëse Prinzip wäerten d'Autoen och léiere mat de verschiddenen Infrastrukturen eens ze ginn, dëst mam Zil dem komplett autonoomen Fuere méi no ze kommen. Dëst ass tatsächlech e weidere Schrëtt zum autonoomen Fuere, well esou d'Hiersteller d'Méiglechkeet wäerte kréien esou Systemer ze installéieren déi konform zu der Homologatioun sinn, an deemno och konform zu der Wiener Konventioun kënne genotzt ginn, woubäi den nationale Kader ëmmer priméiert.

Et bleift deemno festzehalen, dass d'Entwécklung an d'Penetratioun vun esou Systemer op öffentleche Stroossen éischter eng Saach ass déi un den Hiersteller läit, woubäi eng gutt Stroosseninfrastruktur, wéi een se am Grand-Duché huet, dëse Prozess vereinfacht.

Fro 2: Sinn all eis Autobunnsstroossen esou ausgeluecht, dass een autonom-fuerenden Auto sécher hei kann zirkuléieren? Sinn all eis Nationalstroossen esou ausgeluecht, dass een autonom fuerenden Auto sécher hei kann zirkuléieren? Sinn all d'CRen esou ausgeluecht, dass een autonom fuerenden Auto sécher hei kann zirkuléieren?

Hei gött op d'Aleedung an dëser Äntwert verweisen.

Fro 3: Wéi vill Stroossen oder wei vill Prozent vun eise Stroossen si fir ee séchert d'autonoomt Fuere gëeegent?

Hei gött op d'Äntwert vun der Fro 1 verweisen.

Fro 4: Bis wéini rechent d'Ministesesch, dass d'autonoomt Fuere op drëtter Stuff, op mannst op den Autobunne souwéi den Nationalstroosse méiglech ass?

Den Niveau 3 vun der internationaler SAE Norm entsprécht enger bedéngter Automatiséierung, wou d'Gefier an e puer spezifesch Situatiounen, wéi zum Beispill op der Autobunn, ouni aktiv Interventioun vum Chauffeur ka fuere. Allerdéngs bleift de Chauffeur wärend der Faart responsabel a muss d'Fäegkeet behalen, d'Kontroll zu all Moment zréckzefannen, och wann d'Gefier autonom funktionéiert. De System ka just a spezifesch Zenario funktionéieren an ass net geduecht fir komplett autonom iwwerall ze fuere. Den autonoomen Modus funktionéiert zum Beispill net a komplexe Verkéierssituatiounen oder bei Wiederbedéngungen, déi d'Sensoren vun de Gefierer limitéieren oder esou beaflossen, dass den System net méi ouni mënschlechen Afloss funktionéiere kann. Den europäeschen Text, deen et erlaabt Gefierer mat autonoomen Fuerefunktiounen vum Niveau 3 op de Marché ze bréngen, ass d'Reglement (EU) 2019/2144 vum Europäeschen Parlament an dem Conseil, ugeholl de 27. November 2019. Dëst Règlement setzt ënnert anerem déi technesch Sécherheetsufoerderunge fest fir d'Homologatioun vun Niveau 3 autonoomen Gefierer an der Europäescher Unioun. Esou mussen all Gefierer vum Niveau 3 eng speziell Zertifizéierung an der EU hunn, déi beweist, dass de System sécher ass an all technesch Ufoerderungen erfëllt. D'Gefierer respektiv d'Systemer mussen reegelméisseg vun den Hiersteller aktualiséiert ginn, fir sécherzestellen, dass d'Software vum autonoomen System op dem neiste Stand ass an déi neisten Erkenntnisser vu Sécherheet an Technologie integréiert ginn.



Fro 5: 2018 gouf et ee grenziwwerschreidende Projet tëschent Lëtzebuerg, Däitschland a Frankräich (5GCroCo; <https://5g-ppp.eu/5gcroco/>). Wat sinn d'Resultater vun dësem Projet? Wéi eng Hindernisser goufen zu Lëtzebuerg am Kader vun dësem Projet entdeckt?

D'Zil vum Fuerschungsprojekt "5GCroCo" war nozeweisen, dass 5G-Technologien eng fiabel Basis kéinte sinn, fir eng sécher Konnektivitéitsléisung am Kader vu grenziwwerschreidendem, connectéiertem an autonoomen Fueren. Dobäi gouf och de 5G-Reseau vum jeeweilege Land (den Ofschnëtt vun der Teststreck) getest. Am Projet ass fir déi dräi virdefinéiert Uwendungsfäll d'Funktionalitéit vun der 5G-Connectivitéit erfollegräich demonstréiert ginn.

Iwwert d'Grenzen Däitschland-Lëtzebuerg gouf d'Fuere per Teleoperatioun vun engem autonoomen Auto déi éischte Kéier op engem lëtzebuergeschen Terrain realiséiert (Tele Operated Driving). Een aneren Test huet d'Echtzäitwiderdroung iwwerpréift fir d'Kaartematerial an héijer Opléisung (Generation & Distribution of HD Maps) beim Passage vun der Grenz am autonoomen Gefier ze empfänken an auszewäerten. D'Évitéiere vu Kollisiounen vu vernetzen an autonoomen Gefierer (Anticipated Cooperative Collision Avoidance) war den drëtten Testfall vun der Connectivitéit.

Um Internetsite vum europäesche Projet "5GCroCo" sinn déi verschidde Resultater vun dësem Projet öffentlich zougänglech. Do fënnt een detailléiert Informatiounen zu den Tester déi duerchgefouert gi sinn, zu den Technologien a Standarden déi genotzt goufen an zum Impakt deen dëse Projet hat. Et goufen och potentiell wirtschaftlech Opportunitéiten identifizéiert, esou wéi Theme festgehal, déi aus enger wirtschaftlecher Perspektiv ze kläre wieren. Dës Theme leien an de Beräicher vun der Homologatioun, dem legale Kader an der Responsabilitéit, awer och bei der Maturitéit vun den Technologien an dem Zougang zu Donnéeën, der Sécherheet an dem Dateschutz.

Fir POST Luxembourg huet d'Bedelegung um "5GCroCo" Projet dono zum "5GDeLux" Projet gefouert, dee vun CEF (Connection Europe Facility) gefërdert gëtt an am Kader vun deem et eng Kooperatioun mat Telekom Deutschland an dem BMW Group gëtt. Dëse Projet fokusséiert sech op de fléissenden Iwwergang vum 4G/5G Reseau iwwert der Grenz tëschent Däitschland a Lëtzebuerg, mam Ziel e standardiséiert Schema fir eng europäesch Léisung ze schafen.

Änlech Erausforderunge goufen och am grenziwwergräifenden an Interreg/FEDER gefërderte Projet "TERMINAL" identifizéiert. En harmoniséierten a standardiséierte Prozess fir d'Geneemegung vu Projeten an eenheetlech Ufuerderungen tëscht de verschiddene Länner a Juridictionen ginn als zwee Elementer vun zentraler Bedeitung fir d'Entwécklung vum automatiséierte Fueren ugesinn.

Wéi et am Koalitiounsaccord virgesinn ass, gëtt aktuell interministeriell un der Ëmsetzung vun engem nationale Kader fir d'automatiséiert Fuere geschafft, dëse Kader soll den identifizéierten Erausforderunge gerecht ginn.

Eng Etud iwwert den "5G Deployment" am Projet "5GCroCo" huet resuméiert dass d'5G-Couverture vum mobile Reseau um Testkorridor fir de Basiszenario (coverage only) zu Lëtzebuerg mat 9 Mobilfunkstatiounen an engem Ofstand vun 3 Kilometer den Obligatiounen entsprécht.

Fir de Fall, dass an Zukunft en héijen Duerchsatz vun Datenwiderdroung gefuerdert ass (high throughput scenario), huet d'Etud fir d'Teststreck geschätzt, dass am betroune Korridor Mobilfunkstatiounen ausgebaut bezéiungsweis nei opgeriicht musse ginn.



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de la Mobilité
et des Travaux publics

Dat ass natierlech matzeverfollegen a wéi wäit, wou a wéini d’Couverture muss ugepasst gi fir preevaluéiert Servicer vum autonome Fueren ze erméiglechen.

Hindernisser zu Lëtzebuerg am Kader vum Projet si keng bekannt, ausser dass d’Corona Pandemie en Impakt op den zäitlechen Oflaf hat.

Lëtzebuerg, den 2. Oktober 2024

D’Ministesch fir Mobilitéit an öffentlech Aarbechten

(s.) Yuriko Backes