

Taakanalyse Bestuurder Voertuigautomatisering: opzet van een veldexperiment

TNO 2026 17282 – 15 juli 2026

Taakanalyse Bestuurder Voertuigautomatisering: opzet van een veldexperiment

Auteurs	H.H.S.N. Subraveti, J.H. Hogema, R. Mannens
Rubricering rapport	TNO Publiek
Titel	TNO Publiek
Rapporttekst	TNO Publiek
Aantal pagina's	37 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	4

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2026 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Het theoretisch model	5
2.1	Totstandkoming en beschrijving van het model	5
2.2	Een eerste validatie: de Moers-pilot	7
2.3	Implicaties voor het fase 3 project	8
3	De pilotstudie	10
3.1	Overzicht van de pilot	10
3.2	Instrumentatie en dataverzameling	11
3.3	Ritopbouw en procedure	14
3.4	Bevindingen	14
4	Methode van het veldexperiment	17
4.1	Overzicht	17
4.2	Checklist	18
4.3	Auto's	18
4.4	Route	19
4.5	Instrumentatie	19
4.6	Bestuurders en proefleider	20
4.7	Procedure	20
4.8	Samenvatting	22
5	Referenties	24
	Bijlage A Voorbeeld van transcripties uit de pilot	25
	Bijlage B Checklist voor het veldexperiment	27
	Bijlage C Instructies	30
	Bijlage D Gezondheidsverklaring CBR	33
	Ondertekening	37

1 Inleiding

Het CBR is ondermeer verantwoordelijk voor het beoordelen van de rijvaardigheid van (beginnende) bestuurders. Naarmate relevante technologieën zich ontwikkelen en regelgevingskaders evolueren, wordt een grotere mate van voertuigautomatisering geïntroduceerd op de Europese en Nederlandse wegen. Voertuigen met Driver Control Assistance Systems (DCAS), Automated Lane Keeping System (ALKS) en Automated Driving Systems (ADS) brengen veranderingen teweeg in rijtaken, waaronder verschuivingen van verantwoordelijkheid naar gezamenlijke (DCAS), voorwaardelijk geautomatiseerde (ALKS) of uiteindelijk naar volledig geautomatiseerde systemen (ADS). Deze verschuivingen kunnen ook aanpassingen in de competenties en dus de opleiding van bestuurders noodzakelijk maken om een effectieve interactie met geautomatiseerde voertuigen te garanderen.

Gezien deze ontwikkelingen bouwt het CBR de relevante kennis op om de impact van deze systemen op de rijopleiding en examinering in Nederland in te kunnen schatten. Er is een beperkt begrip van de veranderingen in de competenties van de bestuurder en de opleiding die nodig zijn voor geautomatiseerde voertuigen. Om hier meer zicht op te krijgen, is het CBR-programma gestart dat uit drie fases bestaat. Het programma richt zich op systemen die nu voorhanden zijn: DCAS en ALKS. In fase 1 was SWOV verantwoordelijk voor het definiëren van een theoretische basis gebaseerd op bestaande literatuur en publicaties. Deze fase omvatte achtereenvolgens een taakanalyse, een competentieanalyse en een leerdoelenanalyse. Tijdens fase 2 heeft het CBR een pilot uitgevoerd om de eerste praktijkervaring op te doen met praktijkvalidatie van een theoretisch taakmodel. Het resultaat van deze fases fungeert als input voor de derde fase, waarin een formele validatie dient te worden uitgevoerd van de uitkomsten van de voorgaande fasen. Hiervoor heeft het CBR opdracht gegeven aan TNO. Dit rapport beschrijft de opzet van het veldexperiment voor deze derde fase.

De volgende onderzoeksvragen zijn leidend voor het fase 3 project:

1. In welke mate komen de relevante bestuurderstaken in het theoretisch model overeen met de praktijk, met verschillende implementaties van DCAS en ALKS voor verschillende automerken?
2. Wat zijn de waarneembare consequenties van deze taken op de benodigde bestuurderscompetenties bij het gebruik van verschillende rijhulp- en automatiseringssystemen in praktijksituaties?
3. Hoe beïnvloeden de gevalideerde competenties de formulering van leerdoelen rekening houdend met de verschillen in DCAS/ALKS implementaties?

Dit rapport is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 2 beschrijft het theoretisch model dat in fase 1 is ontwikkeld en de eerste praktijkvalidatie uit fase 2, en licht toe wat dit betekent voor het huidige fase 3 project. Hoofdstuk 3 rapporteert de opzet, uitvoering en bevindingen van de pilotstudie die is uitgevoerd ter voorbereiding op het veldexperiment. Hoofdstuk 4 werkt de beoogde methode van het veldexperiment uit, inclusief de keuze voor instrumentatie, checklist, voertuigen, route, bestuurders en procedure.

2 Het theoretisch model

Dit hoofdstuk beschrijft de input van het huidige project: het theoretische model zoals tot stand gebracht in fase 1 (Paragraaf 2.1) en de eerste validatie uit fase 2 (Paragraaf 2.2). Het hoofdstuk sluit af met een beschouwing van de implicaties voor het huidige fase 3 project (Paragraaf 2.3).

2.1 Totstandkoming en beschrijving van het model

De eerste fase van het onderzoeksprogramma is uitgevoerd door SWOV [1]. In dit project is een systematische analyse uitgevoerd ten aanzien van taken, competenties en leerdoelen voor het rijden met geautomatiseerde rij(hulp)systemen. Hierin is specifiek gekeken naar Driver Control Assistance Systems (DCAS) en Automated Lane Keeping Systems (ALKS).

- Bij het rijden met DCAS biedt het systeem de bestuurder zowel longitudinale als laterale ondersteuning van de rijtaak [2]. De bestuurder hoeft dus niet zelf te sturen en mag eventueel de handen van het stuur halen. Wel moet de bestuurder voortdurend alert blijven, zodat deze de volledige rijtaak op elk moment weer kan hervatten. De verantwoordelijkheid voor het rijden blijft volledig bij de bestuurder.
- Bij het rijden met ALKS neemt het systeem de gehele rijtaak over, mits aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan. Bij ingeschakelde ALKS kan de bestuurder andere activiteiten uitvoeren dan het autorijden, maar deze moet wel snel de rijtaak weer kunnen overnemen als het systeem hierom vraagt [3]. Bij een geactiveerd ALKS verschuift de verantwoordelijkheid voor het uitvoeren van de rijtaak tijdelijk naar het systeem.

De focus lag op taken die specifiek horen bij het rijden met DCAS/ALKS; voor taken die ook bij conventioneel rijden horen, werd verwezen naar de Rijprocedure B [4]. Voor zowel DCAS als ALKS heeft SWOV een analytisch proces bestaande uit vier hoofdfasen doorlopen. Hierbij heeft SWOV gebruik gemaakt van de UNECE-reglementen voor DCAS [2] respectievelijk ALKS [3]. De eerste stap was de **Werkdomeinanalyse (WDA)**, waarin het werkdomein van het rijden met DCAS of ALKS werd beschreven. Deze analyse vormde de basis om te begrijpen hoe de omgeving, het voertuig, het automatiseringssysteem en de bestuurder met elkaar samenwerken. De tweede stap was een **taakanalyse**, waarin alle mogelijke taken beschreven werden die een bestuurder moet uitvoeren tijdens het rijden met DCAS of ALKS. De derde stap was een **competentieanalyse**, waaruit de vereiste competenties van de bestuurder werden afgeleid. Deze zijn uitgedrukt in termen van kennis, vaardigheden en attitude (KVA). De vierde stap was de **leerdoelenanalyse**, waarin een eerste set observeerbare en beoordeelbare gedragingen van de bestuurder werd vastgesteld.

Het laagste niveau tot waar de analyses zijn uitgewerkt, is dat van 'interactie-elementen'. Dat zijn elementen van het AD(A)S, waarmee de bestuurder interacteert: zaken die kunnen worden waargenomen, waarop moet worden gereageerd of waarin iets moeten worden bediend. De taakanalyse heeft geresulteerd in een matrix, waarin de rijen worden gevormd door interactie-elementen en de kolommen door een set hoofdtaken, opgesomd in [Tabel 2.1](#).

Tabel 2.1: Hoofdtaken in de taakanalyses van SWOV

Hoofdtak
Monitoren/observeren
Herkennen van relevante gebeurtenissen voor het rijden met DCAS/ALKS
Beoordelen en beslissen
Handelen
Monitoren/controleren effect van handeling

De status van elk van de taken is door SWOV als volgt geclassificeerd.

- Nieuw voor DCAS/ALKS.
- Gelijk aan Rijprocedure B ("Blijft"), bijvoorbeeld het monitoren van de omgeving.
- Taak uit Rijprocedure B die niet langer uitgevoerd hoeft te worden, wanneer er met DCAS/ALKS gereden wordt ("Vervalt"), bijvoorbeeld het bedienen van de pedalen.

De uiteindelijke tabellen bevatten respectievelijk 82 (DCAS) en 60 (ALKS) rijen/interactie-elementen. In de werkdomeinanalyse en de taakanalyse werden vier subsystemen onderscheiden: de bestuurder, de DCAS/ALKS, het voertuig - inclusief eventuele andere Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)- en de omgeving. Binnen de subsystemen werd een verdere onderverdeling gemaakt naar "Onderwerpen" en daarbinnen als laagste niveau de interactie-elementen. Uitgesplitst naar de subsystemen en naar de status (nieuw/blijft/vervalt) wordt het totaal aantal taken weergegeven in **Tabel 2.2** en **Tabel 2.3**.

Tabel 2.2: Aantal taken in de DCAS tabel, uitgesplitst naar subsysteem en status.

Subsysteem	Nieuw	Blijft	Vervalt	Totaal
DCAS	275	2	3	280
Bestuurder	30	5		35
Omgeving	19	6		25
Voertuig	25	15	30	70
<i>Totaal</i>	<i>349</i>	<i>28</i>	<i>33</i>	<i>410</i>

Tabel 2.3: Aantal taken in de ALKS tabel, uitgesplitst naar subsysteem en status.

Subsysteem	Nieuw	Blijft	Vervalt	Totaal
ALKS	174		11	185
Bestuurder	35			35
Omgeving	10	5		15
Voertuig	22	8	35	65
<i>Totaal</i>	<i>241</i>	<i>13</i>	<i>46</i>	<i>300</i>

Bij het opstellen van de taakanalyse heeft SWOV in elke rij uit de tabellen ook de bijbehorende gedetailleerde kennisitems opgenomen. Dit is gedaan uit efficiëntie-overwegingen; formeel maakt de kenniscomponent onderdeel uit van de competentieanalyse.

In elk van de cellen van de matrix staat verder uitgeschreven, wat de taken inhouden.

Als voorbeeld geeft **Tabel 2.4** de inhoud weer van de kennis en taken uit de rij van het interactie-element “Eyes On Road request (EOR)”.

Tabel 2.4: Voorbeeld uit [1] van de inhoud van taken behorend bij DCAS interactie-element “Eyes On Road request (EOR)” (substelsiem DCAS, onderwerp “waarschuwingen”)¹.

Kennis	Begrijpen wanneer, waarom en hoe er een Eyes On Road request (EOR) gegeven wordt, en wat er dan van de bestuurder verwacht wordt (blik richten op de weg/hoofdpositie aanpassen). Een EOR wordt gegeven, wanneer het Driver Monitoring Systeem de bestuurder als visueel afgeleid beschouwt. Begrijpen dat, wanneer de EOR genegeerd wordt, er een geëscaleerde EOR gegeven wordt. Begrip van de omstandigheden waarin een EOR gegeven kan worden, houdt ook in dat er begrepen wordt hoe een aantal sensoren werkt, b.v. kijkrichting wordt alleen als "op de weg" beschouwd wanneer de bestuurder door de voorruit kijkt, en niet wanneer er in een zijspiegel wordt gekeken.
Monitor/ Observer	Monitoren van EOR-signalen
Herkennen van relevante gebeurtenissen	Herkennen van EOR-sigitaal wanneer dit wordt gegeven
Beoordelen en beslissen	Interpreteren van het EOR-sigitaal en besluiten om te voldoen aan wat er wordt verzocht
Handelen	Blik verplaatsen naar de weg en/of zorgen dat de ogen door het DMS gedetecteerd kunnen worden
Monitoren/controleren effect van handeling	Controleren of handeling het EOR-sigitaal gestopt heeft

2.2 Een eerste validatie: de Moers-pilot

De tweede fase van het CBR onderzoeksprogramma betreft een pilot uitgevoerd met als doel ervaring op te doen met de praktijkvalidatie van een theoretisch basismodel als in Paragraaf 2.1 [5].

De pilot richtte zich specifiek op DCAS-achtige SAE Level 2 systemen en onderzocht (1) de geschiktheid van een checklist voor validatie van de taakanalyse, (2) de invloed van de observatorpositie in het voertuig op waarnemingen en (3) de meerwaarde van het vergelijken van verschillende voertuigsystemen. Tijdens twee dagen zijn 28 ritten gereden met vijf voertuigen, waarbij in totaal 72 checklists zijn ingevuld door observatoren op verschillende zitposities. Er werd een vaste route gereden van ongeveer 45 minuten per rit in en rond Moers in Duitsland. De instructie aan de bestuurder was om te rijden als normaal en daarbij het systeem zo vaak mogelijk in te schakelen, voor zover dat veilig en toegestaan was.

Er is voor de Moers-pilot een checklist opgesteld op basis van tussentijdse resultaten van de taakanalyse uit fase 1. Een selectie daarvan is omgezet tot een checklist met fysiek waarneembare taken die waren onderverdeeld over twee onderdelen: *Monitoring door de bestuurder* en *Interventie door de bestuurder*. Beide onderdelen waren verder onderverdeeld in onderwerpen, waarbinnen vervolgens één of meerdere niveaus zijn onderscheiden.

¹ De tekst is enigszins herschreven om hem zonder de context van het volledige rapport hier begrijpelijker te maken

In totaal waren er 9 taken in het onderdeel ‘Monitoring’ en 23 taken in het onderdeel ‘Interventie’. Dit gaf een totaal van 32 taken. Voor elke daarvan moesten de observatoren aangeven of deze waren waargenomen, niet waargenomen maar wel observeerbaar, of niet observeerbaar.

De resultaten laten zien dat het merendeel van de taken uit de taakanalyse in de praktijk observeerbaar is: circa 90% van de taken werd waargenomen of als observeerbaar beoordeeld. Met name taken die met de voeten worden uitgevoerd (zoals remmen en gas geven) bleken moeilijk waarneembaar. Monitoringstaken, hoewel grotendeels cognitief van aard, werden daarentegen vaak als waarneembaar beoordeeld.

De positie van de observator bleek van invloed op zowel het invulpercentage als het aantal waargenomen taken. De rijderspositie leverde relatief de meeste waarnemingen op, terwijl de linksachter positie het minst geschikt bleek. Wel waren er aanzienlijke tussen-observatorverschillen die hier mogelijk ook een rol in speelden. Daarnaast toonde de pilot aan dat het gebruik van meerdere voertuigen met verschillende DCAS-implementaties waardevol is: verschillen tussen systemen kwamen vooral naar voren op taakniveau en niet in het totale aantal waargenomen taken.

De volgende aanbevelingen werden gedaan voor vervolgonderzoek.

- Er moet worden gewaarborgd dat de observatoren voldoende kennis hebben van het voertuig, de checklist, en het bijbehorende protocol.
- Toepassen van een hardopdenkprotocol kan helpen om cognitieve taken beter waarneembaar te maken.
- Het vastleggen van camerabeelden tijdens de ritten kan worden gebruikt om handelingen terug te kijken. Dit kan ook helpen om taken die met de voeten worden uitgevoerd beter waarneembaar te maken (deze taken bleken voor de observatoren slecht waarneembaar tijdens de ritten).
- Maak bij het kiezen van de routes een goede afweging tussen het verkrijgen van herhaalde metingen in vergelijkbare situaties enerzijds, en het verkrijgen van variatie in verkeerssituaties anderzijds.
- Zorg dat het voertuig bij de start van elke rit dezelfde instellingen heeft.
- Overweeg om taken niet alleen aan te vinken, maar ook te tellen hoe vaak ze voorkomen.
- Zorg voor duidelijke instructies over mogelijkheden en bediening van het voertuig en de ADAS/ADS functies.

2.3 Implicaties voor het fase 3 project

De kern van het veldexperiment is het valideren van de taken zoals geformuleerd in de SWOV-tabellen. In samenspraak tussen CBR en TNO is besloten dat binnen het kader van dit project geldt: *als het uitvoeren van een specifieke taak in de praktijk door de proefleider wordt geobserveerd, dan wordt de betreffende taak als gevalideerd beschouwd*. Als uiteindelijk bepaalde taken niet in de praktijk worden geobserveerd, dan impliceert dat niet dat deze taken ten onrechte in de matrix staan. Mogelijk hebben zich de scenario's niet voorgedaan die nodig zijn om de betreffende taak te triggeren. Ook kan het zijn dat sommige taken ADAS-specifiek zijn. Kortom: de taken die na afloop nog niet gevalideerd zijn, behoeven nadere beschouwing. Tot slot kan het zijn dat tijdens het veldexperiment nieuwe taken worden ontdekt die nog niet in de matrix staan, maar die wel nodig blijken te zijn. Als dergelijke ‘onbekende onbekenden’ worden waargenomen, zullen deze worden gerapporteerd, waarbij het per definitie niet mogelijk is om te weten wanneer het overzicht compleet is.

Zoals **Tabel 2.2** en **Tabel 2.3** laten zien, is de takentabel zeer omvangrijk. Dat was in de Moers-pilot ook de reden om de matrix te reduceren tot een beduidend compactere checklist. Tegelijkertijd is voor dit fase 3 project het doel om juist de taken in de oorspronkelijke tabel uit fase 1 te valideren. Daarom wordt in de pilot van het huidige project gestart met de volledige SWOV-tabel als uitgangspunt, om in ieder geval een eerste indruk te krijgen hoe haalbaar het is om tijdens het rijden de daarin genoemde taken waar te nemen en af te kunnen vinken. Daarbij gaan we uit van een proefleider die van tevoren de tabel grondig bestudeerd heeft en daardoor goed op de hoogte is van de inhoud. Gezien de omvang van de tabel gaan we uit van het afvinken van taken, zodat de proefleider tijdens de rit op een steeds kleinere set aan resterende taken kan focussen.

3 De pilotstudie

In voorbereiding op het veldexperiment is een pilotstudie uitgevoerd. Het primaire doel van deze pilot was het toetsen van de haalbaarheid van het real-time observeren van de taken tijdens rijden op de openbare weg, rijdend in het normale verkeer, met voertuigen die zijn uitgerust met DCAS. Concreet was de pilot erop gericht om te onderzoeken of het volgende in de praktijk uitvoerbaar is:

- Observeren welke rijen/interactie-elementen uit de SWOV taakmatrix gedetecteerd kunnen worden, zonder dat deze middels instructie worden opgelegd/afgedwongen.
- Beoordelen in hoeverre deze taken in de praktijk observeerbaar zijn onder realistische rij- en verkeersomstandigheden.
- Verkennen van de bruikbaarheid en beperkingen van ondersteunende methoden zoals video-opnamen (dashcambeelden en ‘over de schouder’) en hardopdenkprotocollen.

Dit hoofdstuk rapporteert de opzet en de bevindingen van de pilot. Sectie 3.1 geeft een overzicht van de pilot. Sectie 3.2 beschrijft de in de pilot gebruikte instrumentatie en de opzet voor dataverzameling. Sectie 3.3 gaat in op de rij-instructies voor de bestuurder en sectie 3.4 presenteert de belangrijkste bevindingen van de pilot.

3.1 Overzicht van de pilot

De pilotactiviteiten vonden plaats in de laatste week van februari en de eerste twee weken van maart 2026. De gevolgde routes bestonden uit een combinatie van de N270/A270 en de A2, van Helmond via Eindhoven (John F. Kennedylaan) naar Vught; de terugkeer was via dezelfde route of langs de west- en zuidkant van Eindhoven (A2, A67, Geldrop). De routes bestonden hoofdzakelijk uit autosnelwegen. De drie pilotritten vonden plaats op afzonderlijke dagen, onder gunstige weers- en zichtomstandigheden, met elk een duur van circa vier uur (inclusief de technische voorbereidingen). De sessies zijn uitgevoerd met verschillende auto's die waren uitgerust met een DCAS-achtig systeem, te weten een Polestar 2 (modeljaar 2023) en twee uitvoeringen van de Ford Mustang Mach-E: één met en één zonder BlueCruise-functionaliteit. BlueCruise is een ADAS-functie die Ford op sommige modellen als optie levert. Met geactiveerde BlueCruise kan de bestuurder handsfree rijden. Dit kan alleen in zogenaamde BlueZones, die momenteel circa 95% van de Nederlandse autosnelwegen omvatten [6]. De beschikbare ADAS-functionaliteiten van de pilotvoertuigen worden weergegeven in [Tabel 3.1](#). Deze tabel laat ook zien welke rol deze functionaliteiten spelen in een DCAS-voertuig volgens UN Regulation No. 171 [2].

Voorafgaand aan de pilot heeft het onderzoeksteam de gebruikershandleidingen van de auto's bestudeerd [6] [7]. De selectie van de voertuigen was naast de aanwezigheid van DCAS-achtige functionaliteiten gebaseerd op beschikbaarheid en praktische overwegingen. De verschillende voertuig- en systeemconfiguraties boden ook de mogelijkheid om te verkennen hoe voertuig- en systeemcapaciteiten van invloed zijn op de waarneembaarheid van taken, zonder een systematische vergelijking tussen systemen na te streven.

De routes waren hoofdzakelijk beperkt tot autosnelwegen, bij een geschat afwikkelingsniveau A, B of C. Deze afbakening had tot doel de focus te leggen op taakwaarneembaarheid in een

beperkte set verkeersomstandigheden in plaats van op omgevingscomplexiteit. Over de gehele pilot is in totaal circa zeven uur daadwerkelijk op de openbare weg gereden.

Tabel 3.1: ADAS-functionaliteiten in de drie pilotvoertuigen en hun rol in UN Regulation No. 171 [2] (✓ betekent aanwezig in het voertuig; X betekent niet aanwezig).

	Polestar	Mustang (met BlueCruise)	Mustang (zonder BlueCruise)	UN Regulation No. 171 [2]
Adaptive Cruise Control (ACC)	✓	✓	✓	Vereist
Lane-Keeping Assist, Lane Centering	✓	✓	✓	Vereist
Blind Spot Information System (BLIS)	✓	✓	✓	Optioneel (geen vereiste voor DCAS-systemen)
Automatic Lane Change	X	X	X	Gewenst
Driver Monitoring System (DMS)	X	✓	X (✓)	Vereist
Hands-free rijden	X	✓	X	Gewenst (L2+)

3.2 Instrumentatie en dataverzameling

In de pilotstudie is een pragmatische instrumentatie-opzet gehanteerd. De opzet was om in-voertuig observatie van bestuurdershandelingen te onderzoeken, rekening houdend met de benodigde menskracht, de mate van intrusie en de opschaalbaarheid naar toekomstige studies. Daarom is gekozen voor een combinatie van video- en audio-opnamen en GPS-logging. De gekozen instrumentatie is in enkele minuten tijd te installeren en maakt het mogelijk om na afloop van ritten vast te stellen wat daadwerkelijk zichtbaar en hoorbaar was tijdens ritten. De analist kan specifieke fragmenten terugkijken/luisteren om de observaties te verduidelijken of aan te vullen.

Een deel van de taken uit de taakmatrix richt zich specifiek op het gebruik van de pedalen. Ook op dit punt wordt een pragmatische aanpak gevolgd, namelijk om pedaalgebruik vast te stellen door directe waarneming door de proefleider in combinatie met het hardopdenkprotocol. In de instructie voor dit protocol zal pedaalgebruik expliciet worden benoemd. Veel taken gaan over het monitoren van signalen van de ADAS, veelal bestaande uit visuele informatie op het dashboard. De Moers-pilot heeft laten zien dat het voor in-situ observatoren doenlijk is om het generieke “monitoren van het dashboard” vast te stellen. Een beperking van deze aanpak is dat het voor een proefleider niet waarneembaar is welke elementen van het dashboard daarbij precies gescand worden.

3.2.1 Checklist

Tijdens de pilotritten maakten proefleiders gebruik van een geprinte versie van de SWOV-tabel (A3-formaat). Het primaire doel van de pilotstudie was om vast te stellen welke taakrijen uit de theoretische DCAS-taakmatrix in de praktijk waarneembaar zijn tijdens rijden in het echte

verkeer, en niet om de volledigheid of juistheid van het taakmodel te valideren. Dat was met behoud van de interactie-elementen (de rijen) en de hoofdtaken (de kolommen) uit de taakmatrix, zoals beschreven in Paragraaf 2.1.

Tijdens de pilotritten bleek dat een deel van de taakrijen in de praktijk kon worden waargenomen, met name taken die samenhangen met longitudinale en laterale rijondersteuning, interactie tussen bestuurder en systeem, en monitoren van systeemtoestand en HMI-informatie. Deze taken waren vooral zichtbaar wanneer de bestuurder de beschikbare DCAS-functionaliteiten actief gebruikte en observaties uitsprak via het hardopdenkprotocol. Met name taken in de fasen monitoren, herkennen en reageren op systeemfeedback kwamen zowel bij natuurlijke als bij meer exploratieve rij-instructies naar voren.

Tegelijkertijd is een aanzienlijk aantal taakrijen niet waargenomen tijdens de pilot. Dit betreft onder meer taken die gekoppeld zijn aan systeemtoestanden of waarschuwingen die door de gebruikte voertuigen niet werden ondersteund, evenals taken die alleen optreden onder specifieke of zeldzame omstandigheden. In de pilot samenvatting wordt expliciet benadrukt dat het niet waarnemen van taakrijen niet mag worden geïnterpreteerd als een aanwijzing dat deze taken onjuist of irrelevant zijn, maar als een gevolg van voertuigcapaciteiten, operationele omstandigheden en de beperkte reikwijdte van de pilotritten.

Daarnaast bleek dat de gehanteerde instructies van invloed waren op de waarneembaarheid van taken. Bij natuurlijke instructies werden vooral alledaagse rijtaken waargenomen, terwijl meer exploratieve instructies leidden tot een grotere variatie aan zichtbare systeem- en interactietaken. Dit benadrukt dat instructies een belangrijke rol spelen in welke taakrijen in de praktijk observeerbaar zijn en bevestigt het verkennende karakter van de pilot en de functie ervan als input voor het ontwerp van het vervollexperiment.

3.2.2 Videoregistraties

Er zijn twee typen video-opnamen gemaakt tijdens de pilot. De eerste registreerde het beeld vóór het voertuig met een dashcam (Nextbase 522GW) die op de voorruit was bevestigd. De opnamen hadden een horizontale beeldhoek van 140°. Deze beelden verschaften contextinformatie over de weg- en verkeersomstandigheden en over nabije verkeersdeelnemers die handelingen van de bestuurder of acties van de voertuigsystemen konden triggeren. Deze recorder registreerde ook GPS-data (locatie en snelheid). **Figuur 3.1** laat een snapshot van de dashcam-video zien.



Figuur 3.1: Snapshot uit de dashcam-video

Verder werd een GoPro-camera gebruikt om het dashboard, de Human Machine Interface (HMI) en de handen/armen van de bestuurder vast te leggen vanuit een “over de schouder” camerapositie. Daarmee werden ook bedieningshandelingen door de bestuurder waarneembaar vastgelegd. In **Figuur 3.2** wordt een snapshot van deze camera getoond.



Figuur 3.2: “Over de schouder” snapshot van GoPro camera.

Met de combinatie van deze twee videostreams beschikken we over een registratie van externe verkeersgebeurtenissen, interne systeemtoestanden en waargenomen handelingen van de bestuurder. Daarmee vormen ze een basis om een betrouwbare interpretatie te ondersteunen van ambigue observaties die tijdens het rijden niet direct eenduidig konden worden begrepen. Ze zijn niet bedoeld voor gedetailleerde post-hoc analyse.

3.2.3 Audioregistraties van het hardopdenkprotocol

In de pilot werd een hardopdenkprotocol ingezet, zoals aanbevolen op basis van de Moers-pilot. In aanvulling op de video-opnamen werd daarom een spraakmicrofoon met audio-opname gebruikt om de spraak van de bestuurder te registreren en deze waar nodig achteraf te kunnen terugluisteren in combinatie met de videobeelden. Dit kan helpen om specifieke observatie- of handelingstaken te kunnen detecteren, bijvoorbeeld als de bestuurder benoemt waar hij/zij naar kijkt of wat hij/zij doet. Ericsson en Simon [8] lieten zien dat het verwoorden van informatie uit het kortetermijngeheugen niet verstorend werkt op cognitieve processen. Daarmee vormt het een aanvullende bron van inzicht in hoe bestuurders het gedrag van DCAS-systemen interpreteren tijdens gebruik in de praktijk.

3.3 Ritopbouw en procedure

De pilot is opgesplitst in drie afzonderlijke ritten, elk met een eigen doelstelling. In alle ritten stond de veiligheid van de ritten voorop. In de eerste twee waren leden van het projectteam (met kennis van de taakmatrix en het doel van de ritten) afwisselend bestuurder en proefleider.

In de eerste rit lag de nadruk op het verifiëren van de instrumentatie en de opzet van de dataverzameling, om vast te stellen of de gebruikte meetmiddelen en procedures technisch en praktisch toereikend waren. De tweede pilot-rit was gericht op het verkennen welke taakrijen uit de theoretische DCAS-taakmatrix daadwerkelijk konden worden waargenomen tijdens rijden in de praktijk. Er werden verschillende instructies gehanteerd: zowel “rijden als normaal” als ook meer exploratief ten aanzien van de ADAS (modes, instellingen en waarschuwingen). In de derde rit is gekozen voor een deelnemer buiten het kernprojectteam als bestuurder, om met een frisse blik te onderzoeken hoe een bestuurder zonder inhoudelijke voorkennis van het taakmodel reageert op verschillende instructies en hoe dit doorwerkt in het waargenomen taakgedrag. De derde pilotrit was onderverdeeld in drie delen die elk 35-40 minuten duurden. Deel 1 was een gewenningsrit, waarin de bestuurder was geïnstrueerd om de diverse functies en modes van de ADAS zoveel mogelijk te exploreren, maar verder werd gereden zoals de bestuurder dat tijdens een normale rit zou doen. Deze fase was vooral bedoeld om aan het voertuig en de ADAS-functies gewend te raken. Deel 2 betrof “normaal dagelijks gebruik”, met de instructie om te rijden zoals de bestuurder dat normaal zou doen (net als in de Moers-pilot), inclusief het gebruik van de ADAS. In tegenstelling tot deel 1 stuurde de instructie hier niet aan op het exploreren van de ADAS-functionaliteit. Dit deel was bedoeld om te achterhalen welke taken uit de matrix konden worden waargenomen tijdens routinematig rijden, zonder dat de systeemgrenzen bewust worden opgezocht. In het derde deel werd de bestuurder gevraagd om meer de grenzen van het systeem op te zoeken. De instructie was om het systeem zoveel mogelijk te gebruiken en daarbij waar te nemen hoe het zich in verschillende situaties gedroeg. Het doel van dit deel van de pilot was om meer toestandsovergangen (in- of uitschakelen van de diverse functies) en waarschuwingen te triggeren.

3.4 Bevindingen

Deze paragraaf geeft de bevindingen uit de pilotstudie weer, uitgesplitst naar taakobservaties (Paragraaf 3.4.1) en het hardopdenkprotocol (Paragraaf 3.4.2), om daarna te eindigen met conclusies (Paragraaf 3.4.3).

3.4.1 Taakobservaties

Een van de uitkomsten van de pilot was de identificatie van rijen uit de taakmatrix die tijdens de ritten in het geheel niet zijn waargenomen. Dit betrof onder meer taken gerelateerd aan

specifieke voertuigelementen (zoals de handrem of remlichten), grens- en fouttoestanden van DCAS. Ook diverse bestuurdergerelateerde taken (zoals ten aanzien van mentale toestand, kijkgedrag en houding) zijn niet waargenomen. Zoals aangegeven in Paragraaf 2.3 dient dit niet te worden opgevat als indicatie (laat staan bewijs) dat deze taken irrelevant zijn of onjuist gespecificeerd zijn. De bevinding laat zien dat onder normale autosnelwegomstandigheden, met gunstige weers- en zichtcondities, veel theoretisch gedefinieerde taakregels zich eenvoudigweg niet vaak genoeg voordoen om in een rit van circa 30 minuten gedetecteerd te kunnen worden.

Wanneer specifiek wordt gekeken naar de ritten met de instructie om te “rijden zoals normaal”, bleken aanvullende taakregels, zoals geëscaleerde ‘hands-on’ of ‘eyes-on’ verzoeken, eveneens niet te zijn waargenomen. Dit versterkt de indruk dat routinematig rijgedrag onvoldoende is om het volledige spectrum aan DCAS-gerelateerde taken te activeren, in het bijzonder taken die samenhangen met systeemgrenzen en verzoeken of waarschuwingen van het systeem.

Instructies om te “rijden als normaal” leidden doorgaans tot relatief stabiele systeemtoestanden en weinig observeerbare overgangen, terwijl instructies die expliciet aanzetten tot het verkennen van functionaliteiten resulteerden in een rijker palet aan observeerbare taken. Deze bevinding onderstreept dat taakwaarneembaarheid niet alleen een functie is van systeemontwerp en verkeerscontext, maar ook in belangrijke mate wordt bepaald door de wijze waarop bestuurders tijdens een experiment worden geïnstrueerd en begeleid in hun interactie met het systeem.

De subjectieve indruk van de proefleiders was dat de observatietaak veel inspanning vraagt. De focus op het detecteren van taken uit de matrix staat op gespannen voet met het ontdekken van eventuele nieuwe taken die nog niet in de matrix staan.

3.4.2 Hardopdenkprotocol

Het hardopdenkprotocol leverde waardevolle kwalitatieve inzichten op over de wijze waarop bestuurders systeemgedrag duiden. Voorbeeldtranscripten (opgenomen in Bijlage A) laten zien hoe bestuurders redeneren over onder meer dodehoekindicatoren, systeemuitschakelingen en het gedrag van Adaptieve Cruise Control. Daarbij uitte de bestuurder soms expliciet verwarring. Deze verbalisaties hielpen om waargenomen handelingen te contextualiseren en maakten potentiële tekortkomingen in de uitlegbaarheid van het systeem vanuit het bestuurdersperspectief zichtbaar.

De combinatie met video- en audioregistratie bleek ook waardevol. Er deden zich situaties voor waarin meerdere gebeurtenissen elkaar in korte tijd opvolgden, zoals veranderingen in het omliggende verkeer in combinatie met systeemveranderingen. In dergelijke gevallen kon de observator tijdens het rijden de bijbehorende taken niet eenduidig classificeren. De video-opnamen maakten het mogelijk om deze momenten achteraf te verifiëren en de onzekerheid in de taakclassificatie te verminderen.

Tegelijkertijd heeft de pilot verschillende (bekende) beperkingen van het hardopdenkprotocol laten zien. Een gebruikelijk onderdeel van hardopdenkprotocollen is dat een proefleider de participant eraan herinnert om te blijven praten als deze stilvalt [9]. Dat bleek inderdaad nodig: het aantal spontane verbalisaties nam typisch af naarmate de tijd in een rit verstreek. Om die reden is in de tweede en derde pilotritten de rijtijd beperkt tot 30-40 minuten. Hoewel de kwaliteit van het hardopdenkprotocol over de tijd daarmee verbeterde, bleef deze afnemen

naarmate de rit vorderde. Herinneringen door de proefleider zullen waarschijnlijk nodig blijven, zoals gebruikelijk bij hardopdenkprotocollen.

Tijdens veeleisende verkeerssituaties werden verbalisaties veelal schaarser of ze stopten geheel. Dat kan nodig zijn als het hardopdenken zou interfereren met een veilige verkeersdeelname. De proefleider kan na afloop van zo'n situatie de bestuurder vragen naar de opgetreden gebeurtenis. In de termen van Ericsson en Simon [8] wordt het protocol daarmee een mengvorm van *concurrent* en *retrospective verbalisation*. Het nadeel van retrospectieve verbalisaties is dat deze niet rechtstreeks uit het kortetermijngeheugen komen wat met een aantal validiteitsissues gepaard gaat (Van Someren et al., [9]). Toch is onze aanbeveling om waar nodig deze retrospectieve verbalisaties in te zetten om mogelijk uitgevoerde taken te kunnen detecteren.

De meest fundamentele vraag die de pilot heeft opgeroepen, is die van de waarneembaarheid van de hoofdtaken uit de matrix (Tabel 2.1). Binnen een rij uit de matrix konden taken in de kolommen “monitoren/observeren” en “handelen” worden waargenomen door directe observatie van de proefleider of via het hardopdenkprotocol. Daar stond tegenover dat “herkennen van relevante gebeurtenissen” en “beoordelen en beslissen” niet als afzonderlijke elementen werden waargenomen: niet rechtstreeks door de proefleider en ook niet via het hardopdenkprotocol. Het uitblijven van verbalisatie van deze elementen betekent niet dat deze processen niet hebben plaatsgevonden.

Deze set van sequentiële hoofdtaken past goed bij iemand die in termen van het ontwikkelen van vaardigheden een beginner is. Naarmate iemand beter geoefend raakt gaat de taakuitvoering over van dit niveau van *controlled processing* naar *automatic processing* (in de terminologie van Schneider en Shiffrin, [10]). Uiteindelijk leidt dit tot overgeleerd gedrag, waarbij het waarnemen van een bepaalde cue voldoende is om het bijbehorende gedrag automatisch te activeren. Mogelijk speelt dit een rol bij het niet kunnen detecteren van de afzonderlijke hoofdtaken uit de matrix.

3.4.3 Conclusie

De pilotstudie laat zien dat het detecteren van de uitvoering van allerlei bestuurderstaken tijdens het gebruik van DCAS in de praktijk haalbaar is. Videoregistraties bleken essentieel voor de interpretatie van ambigue situaties die tijdens het rijden niet eenduidig konden worden opgehelderd. Het hardopdenkprotocol leverde waardevolle inzichten op, maar bleek ook zijn beperkingen te kennen. De voorlopige indruk op basis van de resultaten van de pilot is dat er een verschil bestaat tussen de fijnmazige theoretische taakdecompositie, zoals in de SWOV-taakmatrix, en wat in de praktijk realistisch observeerbaar is. Daarmee biedt de pilot een onderbouwing voor het verder verfijnen van de validatiemethodiek in het volgende hoofdstuk.

4 Methode van het veldexperiment

Dit hoofdstuk beschrijft de voorgestelde methode van het veldexperiment voor de validatie van het theoretische taakanalysemodel voor zowel DCAS als ALKS. Het ontwerp bouwt voort op de pilotfase en vertaalt de daaruit opgedane ervaringen naar een praktisch uitvoerbaar veldexperiment. Eén van de belangrijkste bevindingen uit de pilot was dat de real-time waarneembaarheid van de taken beperkt is. De methode dient expliciet rekening te houden met deze gedeeltelijke waarneembaarheid, de taakbelasting voor de proefleider en interpretatie-ambiguïteit.

Deze randvoorwaarden hebben de hieronder beschreven ontwerpkeuzes sterk beïnvloed, met name de keuze om duur van de ritten in te perken, bij ambiguïteit terug te vallen op video- en audio-opnamen (in te zetten ter verduidelijking maar niet voor volledige post-hoc annotatie), en om het hardopdenkprotocol toe te passen. Een belangrijke conclusie uit de pilot en de daaropvolgende discussies met het CBR is dat het uiteindelijke veldexperiment zich moet richten op het aantonen dat taken ten minste eenmaal observeerbaar zijn (waar mogelijk), in plaats van te trachten frequenties te schatten. In de pilotsamenvatting is bovendien expliciet vastgesteld dat het niet waarnemen van een taak niet impliceert dat het geen relevante taak is, en dat het meten van frequenties een complexiteit zou introduceren die met een in-voertuig proefleider en de gekozen instrumentatie niet realistisch beheersbaar is. Het hier beschreven veldexperiment is opgezet om validatie van taakaanwezigheid mogelijk te maken, in combinatie met een gestructureerde kwalitatieve interpretatie, en niet om statistisch onderbouwde uitspraken over taakfrequenties te doen.

De methode en de totstandkoming ervan is door TNO op 9 april 2026 in een expert workshop gepresenteerd aan CBR. Feedback vanuit deze workshop is door TNO gebruikt in de voltooiing van de methode zoals in dit rapport gepresenteerd.

4.1 Overzicht

Het totale veldexperiment zal tien testdagen omvatten, met acht dagen voor een totaal van vier DCAS-auto's en twee dagen voor een totaal van twee ALKS- auto's. Tijdens elke rit wordt één proefleider ingezet.

Elke bestuurder doorloopt een of meer gestandaardiseerde sessies, die bestaan uit een briefing vooraf, een korte gewenningsrit, twee ritten van elk circa 30 minuten (gescheiden door een korte pauze) en een interview na afloop. Dit resulteert in een totale tijdsbesteding van ongeveer twee uur per bestuurder per sessie. Er wordt uitgegaan van een opzet met in totaal acht bestuurders. Alle acht nemen zij deel aan de DCAS-ritten en twee van hun nemen deel in de ALKS-ritten.

4.2 Checklist

Als uitgangspunt voor de checklist dienden de SWOV-taakmatrices. In lijn met de bevindingen uit de pilot zijn alleen de kolommen gebruikt die waarneembaar zijn door de combinatie van directe observatie door de proefleider en het hardopdenkprotocol: “monitor/observeer” en “handelen”. Verder zijn de volgende rijen uit de matrix uitgefilterd om de checklist zo hanteerbaar mogelijk te maken voor de proefleider.

- Rijen behorend bij taken die komen te vervallen wanneer met DCAS/ALKS wordt gereden
- Rijen waarin de taken geheel overeenkomen met die uit Rijprocedure B (bijvoorbeeld bediening van koplampen)
- De rij met interactie-element “Fysieke voertuig karakteristieken”. Dit zijn voertuigkarakteristieken als een aanhanger achter het voertuig, het gebruik van een dakkoffer of een fietsendrager; dit gaat tijdens het veldexperiment niet van toepassing zijn.
- De “Bestuurder-niet-beschikbaar”-waarschuwing (BNB). Deze doet zich voor als de bestuurder op geen enkele waarschuwing reageert, bijvoorbeeld doordat deze onwel is geworden. Dit scenario gaat in het veldexperiment niet beproefd worden.
- De rijen waarin de monitoringtaak overeenkomt met Rijprocedure B en de bijbehorende handling al in andere rijen beschreven is.
- Enkele andere rijen die in de context van het veldexperiment niet van toepassing zijn, betreffende:
 - Monitoren van brandstofniveau en zo nodig de route aanpassen om bij te tanken: in het veldexperiment zorgt de proefleider voor voldoende brandstof of acculading om de geplande ritten uit te kunnen voeren.
 - Omgaan met sensorstoringen: in het veldexperiment wordt uitgegaan van correct werkende DCAS / ALKS systemen, inclusief de sensoren.

De resulterende checklists zijn opgenomen in Bijlage B.

4.3 Auto's

Het DCAS-deel van het veldexperiment maakt gebruik van vier personenauto's die zijn geselecteerd om een ruime variatie in DCAS-capaciteiten en -implementaties te representeren. Twee voertuigen worden daarbij beschouwd als systemen met een relatief hoge functionaliteit en twee als systemen met een relatief beperkte functionaliteit. Het doel van deze indeling is niet om merken of voertuigtypen te rangschikken of te evalueren, maar om ervoor te zorgen dat het onderzoek bestuurders en proefleiders blootstelt aan een bredere variatie in systeemgedrag, waaronder verschillen in modi, HMI-ontwerp en escalatiepatronen.

De pilot heeft laten zien dat voertuig- en systeemcapaciteiten in sterke mate bepalen wat wel en niet observeerbaar is. Zo leidde in de pilot het verschil tussen de Ford Mustang Mach-E met en zonder BlueCruise tot wezenlijke verschillen in de beschikbaarheid van handsfree rijden en bestuurdersmonitoring, en daarmee tot verschillen in de vraag of corresponderende taakregels überhaupt konden optreden. Dit vormt precies de reden om in het veldexperiment verschillende DCAS-implementaties op te nemen.

Het ALKS-deel van het veldexperiment maakt gebruik van twee voertuigen. Huidige kandidaten voor ALKS-voertuigen zijn op dit moment beschikbaar bij BMW en Mercedes.

Een belangrijk onderscheid ten opzichte van DCAS is dat ALKS verschilt in de verdeling van verantwoordelijkheid tijdens automatisering. Bij ALKS kan het systeem, binnen een bepaald operationeel design domein (ODD) en onder specifieke voorwaarden, de volledige rijtaak overnemen, terwijl DCAS voortdurende aandacht van de bestuurder blijft vereisen. Dit onderscheid is van belang, omdat het invloed heeft op welke taken zich naar verwachting spontaan voordoen en welke taken samenhangen met overgangen naar en van automatisering. Om verwarring te voorkomen en de instructies eenduidig te houden, voorziet het voorgestelde ontwerp daarom in een scheiding tussen DCAS- en ALKS-testdagen. De eerste acht testdagen zijn uitsluitend gericht op DCAS, waarna de laatste twee testdagen zijn gereserveerd voor ALKS. Hierin speelt ook een rol dat DCAS-voertuigen in Nederland beproefd kunnen worden maar ALKS (nog) niet. De ALKS-ritten zullen daarom in Duitsland worden uitgevoerd.

4.4 Route

Alle ritten dienen gebruik te maken van een vaste route om de herhaalbaarheid te waarborgen. De DCAS-ritten zullen in Nederland worden uitgevoerd. Bij de routekeuze moet rekening worden gehouden met de mogelijkheden en beperkingen van de voertuigsystemen (bijvoorbeeld de zogeheten Blue Zones van de Ford Mustang Mach-E). Het verdient de voorkeur om een route te kiezen waarin de taken die betrekking hebben op systeemactivatie en -deactivatie, monitoringseisen en overname-gerelateerde taken kunnen optreden zonder gebeurtenissen kunstmatig te ensceneren.

De ALKS-testen zullen worden uitgevoerd in Duitsland, aangezien er momenteel in Nederland geen routes zijn waarvoor ALKS-systemen typegoedkeuring hebben verkregen.

Net als in de pilot zal ook het veldexperiment plaatsvinden onder gunstige weers- en zichtomstandigheden. Daaronder wordt verstaan dat geen ritten worden uitgevoerd bij KNMI-waarschuwingen codes geel, oranje of rood. Dit omvat hinder of gevaar ten gevolge van regen, ijzel, sneeuw, onweer, windstoten, mist en wind- of waterhozen.

4.5 Instrumentatie

De instrumentatie in het veldexperiment zal dezelfde elementen bevatten als in de pilot.

Dit betreft:

- een voorwaarts gerichte dashcam die het wegbeeld registreert,
- een “over de schouder” videocamera die het instrumentenpaneel en relevante HMI-elementen vastlegt, en
- een microfoon voor het opnemen van audio ten behoeve van het hardopdenkprotocol.

Zoals eerder aangegeven dienen de video- en audio-opnamen ter ondersteuning van plausibiliteits- en consistentiecontroles in situaties waarin een waargenomen gebeurtenis op het moment zelf ambigue was (bijvoorbeeld of een waarschuwing daadwerkelijk werd getoond, een moduswissel heeft plaatsgevonden, of een bestuurdersreactie correspondeerde met een specifiek HMI-element). Daarnaast kunnen de opnamen in uitzonderlijke gevallen fungeren als betrouwbaarheidsinstrument wanneer de proefleider vermoedt dat een relevante taakuitvoering is gemist. Volledige post-hoc annotatie valt buiten de scope van dit project.

Het verdient aanbeveling om de proefleider tijdens de ritten een eenvoudige annotatietool te laten gebruiken (bijvoorbeeld op een tablet of smartphone). Hiermee kunnen events

gemarkeerd worden waarvan de proefleider achteraf in de opgeslagen opnamen na wil gaan wat zich precies heeft voorgedaan om op basis daarvan zo nodig de waargenomen taken aan te passen.

Voor aanvang van elke rit controleert de proefleider dat het voertuig start vanuit een vaste configuratie (“alle ritten starten identiek”), dat microfoon en camera’s correct functioneren en dat de instrumentatie op de juiste wijze is gemonteerd. Aan het einde van elke testdag worden de opnamen op een veilige manier opgeslagen en worden geheugenkaarten gewist voor hergebruik op de volgende dag. Tevens wordt ervoor gezorgd dat de apparatuur voldoende wordt opgeladen voor de daaropvolgende sessie en dat de auto zo nodig wordt bijgetankt of bijgeladen.

4.6 Bestuurders en proefleider

Eisen aan de bestuurders zijn als volgt:

- Ervaren bestuurders: tenminste 5 jaar rijervaring en tenminste 100.000 km gereden in de laatste 5 jaar, in het Nederlandse verkeer.
- Hun leeftijd is tussen de 25 en 60 jaar.
- Zij zijn de Nederlandse taal goed machtig (schriftelijk en mondeling).
- Zij beantwoorden alle vragen op de CBR-gezondheidsverklaring met ‘nee’ (zie Bijlage D).
- De bestuurders dienen voldoende begrip te hebben van de SAE-automatiseringsniveaus, van de diverse ADAS-functies die hieronder kunnen vallen, en de implicaties daarvan voor de verantwoordelijkheid van de bestuurder.
- Zij hebben in het laatste jaar regelmatig gereden in een voertuig met ACC, Lane Keeping of Lane Centering en deze systemen daadwerkelijk gebruikt.

Tijdens elke rit is één proefleider aanwezig in het voertuig. Deze is verantwoordelijk voor het verstrekken van de instructies, het modereren van het hardopdenkprotocol en het vastleggen van taakobservaties op de checklist. De checklist die in het veldexperiment wordt gebruikt is opgenomen in Bijlage B.

De bevindingen uit de pilot lieten zien dat een hoge observatorbelasting en een zekere mate van subjectiviteit onvermijdelijk zijn; het zal voor een proefleider niet realistisch zijn om alle taken waar te nemen. Om die reden is in het voorgestelde ontwerp de scope van de proefleider expliciet beperkt tot: de proefleider richt zich op het vastleggen van duidelijk waarneembare taken en gebruikt de verbalisaties uit het hardopdenkprotocol ter onderbouwing van het afvinken van monitoring- en observatietaken.

4.7 Procedure

Voorafgaand aan de eerste sessie verschaft de proefleider gestandaardiseerde instructies aan de bestuurder. Daarna vult de bestuurder een beknopte vragenlijst in en wordt het toestemmingsformulier ondertekend.

De sessies zijn ontworpen om circa twee uur te duren; ze bestaan uit de volgende onderdelen:

- Bij de eerste sessie in een auto waar de bestuurder nog niet in gereden heeft:
 - o De bestuurder krijgt uitleg over de bediening van het voertuig.
 - o Er wordt een korte gewenningsrit uitgevoerd om ervoor te zorgen dat de bestuurder de verschillende bedieningselementen correct kan gebruiken en om te wennen aan het hardopdenkprotocol.

- Dan volgt het afleggen van de volledige route, met een totale duur van circa 65 minuten, inclusief de pauze (30 minuten rijden, circa 5 minuten pauze, gevolgd door nogmaals 30 minuten rijden).
- Een interview na afloop van de sessie biedt ruimte voor gestructureerde reflectie op relevante momenten, in het bijzonder situaties waarin de bestuurder onzekerheid uitte, het systeemgedrag moeilijk te interpreteren was, of de proefleider het waargenomen gedrag tijdens de rit niet eenduidig kon koppelen aan taken.

Pauzes binnen en tussen de sessies verminderen de continue belasting voor zowel bestuurder als proefleider. Dit bevordert de kwaliteit van verbalisaties en biedt de proefleider de mogelijkheid om instructies bij te stellen of te herhalen en de status van de apparatuur te controleren.

De basisinstructies aan de bestuurder voor het veldexperiment zijn vergelijkbaar met die uit de pilot: veiligheid en naleving van verkeersregels hebben te allen tijde prioriteit, de rit wordt benaderd als normaal rijgedrag en niet als een test van rijvaardigheid, en de bestuurder wordt gevraagd hardop te verwoorden wat hij of zij opmerkt. De pilot liet zien dat verschillende instructies leiden tot verschillen in de hoeveelheid observeerbaar taakmateriaal. Instructies om te “rijden zoals normaal” resulteerden in relatief weinig waarneembare taken, terwijl instructies gericht op het verkennen van functionaliteit binnen dezelfde rijtijd tot meer waargenomen taken leidden. Daarom is besloten om te werken met één geïntegreerde set rij-instructies, waarin bestuurders worden gevraagd het systeem actief te gebruiken, zich ermee vertrouwd te maken en gaandeweg ook het gedrag van het systeem nabij de systeemgrenzen te verkennen. De volledige instructies voor het experiment zijn opgenomen in Bijlage C.

In overleg tussen CBR en TNO is gekomen tot de volgende indeling van bestuurders over testdagen en auto's. Er nemen twee bestuurders per dag deel. Beiden voltooien twee opeenvolgende sessies en zijn dus een dagdeel bezig met het experiment. Op een andere meetdag komen beide bestuurders nog een keer deelnemen, in een andere auto (zie [Tabel 4.1](#) voor DCAS en [Tabel 4.2](#) voor ALKS), opnieuw 1 dagdeel per bestuurder.

Tabel 4.1: Verdeling van voertuigen en bestuurders over de DCAS meetdagen.

Dag	Auto	Sessies 1 en 2 (ochtend)	Sessies 3 en 4 (middag)
Dag 1	A1	Bestuurder 1	Bestuurder 2
Dag 2	A2	Bestuurder 1	Bestuurder 2
Dag 3	A2	Bestuurder 3	Bestuurder 4
Dag 4	A1	Bestuurder 3	Bestuurder 4
Dag 5	A3	Bestuurder 5	Bestuurder 6
Dag 6	A4	Bestuurder 5	Bestuurder 6
Dag 7	A4	Bestuurder 7	Bestuurder 8
Dag 8	A3	Bestuurder 7	Bestuurder 8

Voor het hardopdenkprotocol wordt de bestuurder gevraagd waarneembare signalen en zijn/haar interpretaties te verwoorden, met name bij het opmerken van een verandering in systeemtoestand, het krijgen van signalen of waarschuwingen, het besluiten tot ingrijpen, het uitvoeren van bedieningshandelingen of bij onzekerheid over het gedrag van het systeem. Voor monitoring- en observatietaken, zowel voorafgaand aan als na het uitvoeren van een handeling, wordt een taak als waargenomen gevalideerd indien deze visueel is vastgesteld

door de proefleider én de bestuurder bepaalde aspecten van deze taak verbaliseert. Het doel hiervan is het verkrijgen van pragmatisch bewijsmateriaal ter ondersteuning van de interpretatie.

Tabel 4.2: Verdeling van voertuigen en bestuurders over de ALKS meetdagen.

Dag	Auto	Sessies 1 en 2 (ochtend)	Sessies 3 en 4 (middag)
Dag 1	A1	Bestuurder 1	Bestuurder 2
Dag 2	A2	Bestuurder 1	Bestuurder 2

De rol van de proefleider is zowel procedureel als methodologisch van aard. Procedureel verifieert de proefleider voorafgaand aan elke rit de voertuigconfiguratie en instrumentatie. De proefleider instrueert de bestuurders, beantwoordt eventuele vragen en ziet toe op het correct invullen van toestemmingsformulieren e.d.. Ook borgt de proefleider de dataverwerking en -opslag over meerdere testdagen. Deze verantwoordelijkheden worden vastgelegd in de instructienotities voor de proefleider en zijn essentieel om de reproduceerbaarheid van het onderzoek over het complete veldexperiment te waarborgen. Daarnaast modereert de proefleider het hardopdenkprotocol en houdt hij of zij zich bezig met het afvinken van taken. Een andere taak van de proefleider betreft het zo nodig herinneren aan het hardop denken. De proefleider herinnert de bestuurder na ongeveer 30 seconden aan het hardop denken als er geen verbalisaties meer plaatsvinden. Echter, alleen tijdens verkeersluwe momenten, nadat eventuele systeemtoestandsovergangen zijn gestabiliseerd. De proefleider vermijdt dus interventies tijdens momenten van hoge taakbelasting.

Het interview vormt een essentiële aanvulling op de in-car observaties, omdat het ruimte biedt voor verduidelijking in een context met lagere cognitieve belasting, waarin de bestuurder kan reflecteren op specifieke momenten. Het interview is niet bedoeld om alle handelingen te reconstrueren, maar richt zich op situaties waarin de bestuurder verwarring uitte, het systeemgedrag inconsistent leek, of de proefleider het waargenomen gedrag tijdens de rit niet eenduidig kon interpreteren.

Daarnaast zal de proefleider na afloop van de rit nagaan of zich tijdens de rit taken hebben voorgedaan die niet in de checklist zijn opgenomen. Dit draagt bij aan het identificeren van mogelijke 'onbekende onbekenden' zonder de in-car observatie verder te belasten.

4.8 Samenvatting

Het ontwerp van het veldexperiment bouwt voort op de pilot, met een pragmatische instrumentatie, bestaande uit een dashcam met GPS, clusterbord-video, een microfoon met spraakrecorder. Ten opzichte van de pilot wordt het ontwerp met name versterkt door een meer gekaderde opbouw van sessies (met in elke sessie twee kortere ritten), expliciete borging van apparatuur- en configuratie-instellingen en een duidelijker afbakening van wat met behulp van het hardopdenkprotocol wel en niet kan worden onderbouwd.

Daarnaast operationaliseert het ontwerp de prioriteitstelling, zoals aangegeven door CBR, niet het valideren van brede sets monitoringtaken op basis van minimale observeerbare signalen, maar in plaats daarvan het steunen op specifieke verbalisaties en eenduidig interpreteerbare gebeurtenissen. De hoofdtaken op het gebied van herkennen en beoordelen worden eveneens niet meegenomen in de validatie, vanwege de onhaalbaarheid om deze taken betrouwbaar te valideren door directe observatie of het hardopdenkprotocol, en de twijfel of ze voor goed geoefende bestuurders nog wel aan de orde zijn.

Het resultaat is een ontwerp voor een veldexperiment dat binnen tien testdagen uitvoerbaar is, gericht op het zoveel mogelijk 'real time' detecteren van taken. Daarmee is het ontwerp goed passend bij de scope van het project en de praktische randvoorwaarden.

5 Referenties

- [1] D. Cleij, R. de Zwart en A. Picco, „Mens en Machine in Balans - Veranderende taken en benodigde competenties bij voertuigautomatisering”, rapport R-2026-2, SWOV, Den Haag, 2026.
- [2] UNECE, „Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles with regard to Driver Control Assistance Systems”, E/ECE/TRANS/505/Rev.3/Add.170, 2024.
- [3] UNECE, „Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to Automated Lane Keeping Systems”, UN Regulation No. 157, 2021.
- [4] CBR, „Rijprocedure B,” Rijswijk, 2024.
- [5] D. Heikoop en I. Harms, „Taakanalyse Bestuurder Voertuigautomatisering – Fase 2 Validatie van de taakanalyse DCAS en vergelijkbare ADAS-combinaties: een eerste pilot tijdens Moers 3.0” (conceptrapport), CBR, Rijswijk, 2025.
- [6] Ford, Mustang Mach-E Instructieboekje, 2026.
https://www.fordservicecontent.com/Ford_Content/vdirsnet/OwnerManual/Home/Content?variantid=9193&languageCode=nl&countryCode=NLD&moidRef=G2123829&Uid=G2136897&ProcUid=G2127840&userMarket=BEL&div=f&vFilteringEnabled=False&buildtype=web (Accessed 28 April 2026). Retrieved from
https://www.fordservicecontent.com/Ford_Content/vdirsnet/OwnerManual/Home/Content.
- [7] Polestar, Polestar 2 - 2023, 2026. <https://www.polestar.com/nl/manual/polestar-2/2023>. (Accessed on 28 April 2026). Retrieved from
<https://www.polestar.com/nl/manual/polestar-2/2023>.
- [8] K. A. Ericsson en H. A. Simon, „Verbal reports as data,” *Psychological Review*, vol. 87, p. 215 – 251, 1980. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.3.215>
- [9] M. W. van Someren, Y. F. Barnard en J. A. C. Sandberg, *The think aloud method: a practical approach to modelling cognitive processes*, Londen: Academic Press, 1994. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11245/1.103289>.
- [10] W. Schneider en R. M. Shiffrin, „Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention,” *Psychological Review*, vol. 84, p. 1–66, 1977. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.127>

Bijlage A Voorbeeld van transcripties uit de pilot

Het transcript is opgesteld volgens de aanbevelingen uit [9] die tot doel hebben om onbedoelde of onterechte interpretaties in de transcriptie te vermijden:

- Elke zin (of elke vermoedelijke zin) start op een nieuwe regel,
- pauzes worden aangegeven met '...',
- en interpunctie wordt niet gebruikt.

N.B. De bestuurder sprak Engels.

Enkele voorbeelden:

- (4) dit had betrekking op de Blind Spot Monitoring functie. Dat blijkt niet eenduidig uit het transcript maar tijdens de rit zelf was dit door de proefleiders duidelijk vast te stellen op basis van het kijkgedrag van de bestuurder.
- (16, 17) verwarring over de betekenis van veranderende informatie op de HMI
- (20) Bevestiging van de status van ACC op basis van het systeemgedrag

1 I'm in the right lane ...
2 with the speed I want to have...
3 So I can go one right
4 I actually now use the light of the blind mirror or if there's a vehicle
5 How do you say it
6 As I noticed that I find it a bit more difficult to foresee the distance
7 So, I'm now just trusting on that thing to tell me that it's alright to go
8 Actually, I can see that you can very quickly just rely on that light
9 Whether you can go or not
10 Something got cancelled
11 But it's green again
12 Now blue
13 So, it got cancelled
14 Orange to blue
15 To green then to blue
16 What happened
17 I have no idea because not really much changed in the road environment
18 It just said it got cancelled
19 But I only got the impression that the lane assist got cancelled
20 I did not get the impression ACC got cancelled and I guess that was confirmed because it still
21 kept the distance from the other vehicle
22 So, we're decreasing speed
23 I don't know why because I cannot see in front of the van
24 So, I'm now getting a warning again that there is roadworks.
25 Thanks.
26 But I'm actually...
27 I don't know why I don't feel happy with these messages
28 It's very distracting and I don't feel it provides me any information
29 Okay so now it's ahead but I will of course also see it when it's there
30 And in the case there was this object on the road it actually told me while being distracted from
31 the actual stuff
32 So, in that sense I would have looked at how to turn that off

33 ...
34 So now I gave a bit more speed but also considering that the other vehicle would also like to
35 change lanes but in that sense the ACC then wants to brake but I overrule with more speed to
36 keep the flow better
37 Although you then have a smaller distance between the vehicles but I felt it was safe

Bijlage B Checklist voor het veldexperiment

Legenda:

	Nieuwe taak
	Taak gelijk aan Rijprocedure B
	Taak van Rijprocedure B die niet langer uitgevoerd hoeft te worden wanneer er met ALKS gereden wordt.

B.1 DCAS

Subsysteem	Onderwerp	Interactie Element	Monitor/Observeer	Handelen
Omgeving	DCAS	DCAS gerelateerde elementen	Monitoren van omgevingsaspecten relevant voor de ODD limiet	Uitvoeren van passende DCAS interventie. DCAS aanzetten via de bediening
	Bestuurder	Bestuurder gerelateerde elementen	cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende DCAS interventie.
Voertuig	Gedrag	Voertuiggedrag elementen (geluid, bewegingen, visuele aspecten)	cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende DCAS interventie. Uitvoeren van passende DCAS interventie.
	Voertuig karakteristieken	Andere ADAS	Het controleren van de status van andere ADAS die mogelijk invloed hebben op het functioneren van DCAS	Uitvoeren van passende DCAS interventie.
DCAS	Verzoeken	Hands on request (HOR)	Monitoren van HOR signalen	Handen aan het stuur doen
		Geëscaleerde HOR	Monitoren van HOR escalatie signalen	Handen aan het stuur doen
		Eyes on road request (EOR)	Monitoren van EOR signalen	Blik verplaatsen naar de weg en/of zorgen dat de ogen door het DMS gedetecteerd kunnen worden
		Geëscaleerde EOR	Monitoren van EOR escalatie signalen	Blik verplaatsen naar de weg en/of zorgen dat de ogen door het DMS gedetecteerd kunnen worden
		Direct Control Alert (DCA)	Monitoren van DCA signalen	De volledige, zonder ondersteuning, laterale en/of longitudinale controle overnemen
		Manoeuvre goedkeuring verzoek	Monitoren van manoeuvre proposal signalen, monitoren van de omgeving	Accepteren van de manoeuvre via HMI als daartoe is besloten Afwijzen van de manoeuvre via HMI als daartoe is besloten
		Andere goedkeuring verzoeken	Monitoren van andere goedkeuring verzoek signalen, monitoren van de omgeving	Accepteren van het verzoek via HMI als daartoe is besloten Afwijzen van het verzoek via HMI als daartoe is besloten
	Waarschuwingen	Grens nadert of is overschreden	Monitoren van waarschuwingen over systeemgrenzen	Uitvoeren van passende DCAS interventie.
		Systeemfout/verminderde prestatie	Monitoren van waarschuwingen over systeemfouten	Uitvoeren van passende DCAS interventie.
		DCAS niet geactiveerd (na handmatige activatie)	Monitoren van DCAS status waarschuwing na handmatige activatie	De rijtaak volledig uit blijven voeren
		Baanwissel onderdrukken	Monitoren van baanwissel waarschuwing signalen wanneer een baanwissel wordt ingezet	Uitvoeren van passende DCAS interventie.
		Modus wissel waarschuwingen	Monitoren van Modus wisselwaarschuwing	Uitvoeren van het rijtaakonderdeel dat past bij de nieuwe modus
		Overige implementatie afhankelijke waarschuwingen	Monitoren van overige waarschuwingen, monitoren van de omgeving	Uitvoeren van de besloten handeling
	Visuele informatie	DCAS modus: Uit	Monitoren van visuele informatie over DCAS modus	De rijtaak uitvoeren
			Monitoren van veranderingen in visuele informatie over DCAS modus	De rijtaak volledig uit blijven voeren De rijtaak volledig uit blijven voeren De monitor/ingrijp taak uitvoeren
			DCAS modus: Aan (Standby, inactief)	De rijtaak uitvoeren
				De rijtaak volledig uit blijven voeren De rijtaak volledig uit blijven voeren Starten met het uitvoeren van de monitor/ingrijp taak
		DCAS modus: Aan (Standby, passief)	Monitoren van visuele informatie over DCAS modus	De rijtaak uitvoeren
			Monitoren van veranderingen in visuele informatie over DCAS modus	De rijtaak volledig uit blijven voeren De rijtaak volledig uit blijven voeren Starten met het uitvoeren van de monitor/ingrijp taak
			DCAS modus: Aan (Standby, actief)	De rijtaak uitvoeren
				Starten met het uitvoeren van de volledige rijtaak Starten met het uitvoeren van de volledige rijtaak Starten met het uitvoeren van de volledige rijtaak
		DCAS Instellingen: b.v., doelsnelheid, volgafstand	Monitoren van DCAS instellingen via de visuele HMI en monitoren van de omgeving	Instellingen aanpassen wanneer daartoe besloten is, via de HMI in-menu instellingen of op een andere manier Instellingen aanpassen wanneer daartoe besloten is, via de HMI in-menu instellingen of op een andere manier
			Planning and perceptie (b.v. manoeuvres)	Uitvoeren van passende DCAS interventie. Uitvoeren van passende DCAS interventie.

Subsysteem	Onderwerp	Interactie Element	Monitor/Observeer	Handelen
DCAS	Sensoren	DCAS sensoren	Bestuurdershandelingen die sensor problemen kunnen veroorzaken	Uitvoeren van de geplande handeling in combinatie met geschikte DCAS interventie wanneer nodig
	Bediening	Alle bedieningselementen	Monitor handelingen die onbedoeld het besturingselement kunnen bedienen	Corrigeren van bedieningselement zoals gewenst
			Monitor geplande bestuurder handelingen die mogelijk (onbedoeld) het besturingselement kunnen bedienen	Uitvoeren van de geplande handeling zonder onbedoelde bediening van het besturingselement
			Monitor mogelijke noodzaak voor bediening van het besturingselement	Bedienen van het besturingselement
		DCAS aan/uit bediening	Zie alle bedieningselementen	Zie alle bedieningselementen
		Stuurwiel	Zie alle bedieningselementen	Zie alle bedieningselementen
		Gaspedaal	Zie alle bedieningselementen	Zie alle bedieningselementen
			Monitoren van snelheid en DCAS modus	Snelheid verlagen om terug in de ODD te komen
				Controle van het voertuig overnemen
		Rempedaal	Zie alle bedieningselementen	Zie alle bedieningselementen
		Handrem	Zie alle bedieningselementen	Zie alle bedieningselementen
		In-menu instellingen	Zie alle bedieningselementen	Zie alle bedieningselementen
			Voor vertrek controleren welke onderdelen bij vertrek actief zijn en welke niet	Aanpassen van modus van onderdelen zoals besloten, via de menu instelling of anders
			Als DCAS gewenst is tijdens een rit, controleren van de instellingen voor vertrek	Aanpassen van de gekozen instellingen via de HMI
Bestuurder	Mentale staat	Mentale staat met invloed op prestaties	Monitoren van mentale staat cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende DCAS interventie.
		Take over readiness	Monitoren van de paraatheid om over te nemen (take over readiness)	Uitvoeren van passende DCAS interventie. (bijvoorbeeld door actief situatiebewustzijn te krijgen)
		Verwarring	Monitoren van door bestuurder verwachte en waargenomen DCAS gedragingen	Verkrijgen van de benodigde informatie
	Fysieke bediening	Kijkrichting / hoofdrrotatie	Monitoren van kijkrichting cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende DCAS interventie. (b.v. door de voorruit kijken)
		Voetpositie	Monitoren van voetpositie cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende DCAS interventie. (b.v. voeten bij de pedalen plaatsen)
		Handpositie	Monitoren van handpositie cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende DCAS interventie. (b.v. handen leeg maken)
		Houding	Monitoren van houding cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende DCAS interventie. (b.v. rechtop zitten)
		Richtingaanwijzers	Zie alle bedieningselementen	Zie alle bedieningselementen
		Remlichten	Monitoren van remlichten	Uitvoeren van passende DCAS interventie.

B.2 ALKS

Subsysteem	Onderwerp	Interactie Element	Monitor/Observeer	Handelen
Omgeving	ALKS	ALKS gerelateerde elementen	cf Rijprocedure B	ALKS activeren via de specifieke besturingselementen
	Bestuurder	Bestuurder gerelateerde elementen	cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende interventie.
Voertuig	Gedrag	Voertuiggedrag elementen (geluid, bewegingen, visuele aspecten)	cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende interventie.
	Voertuiginformatie	Voertuiginformatie	Monitoren van waarschuwingen cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende interventie.
			Monitoren van brandstofnivea cf Rijprocedure B	Uitvoeren van passende ALKS interventie.
	Voertuig karakteristieken	Fysieke voertuig karakteristieken	Het controleren van de voertuig karakteristieken die invloed hebben op de ALKS voor vertrek	Aanpassen van de route zodat de ALKS deze nieuwe route kan volgen en er eventueel bijgetankt kan worden
		Andere ADAS	Het controleren van de status van andere ADAS die mogelijk invloed hebben op het functioneren van ALKS	Uitvoeren van passende interventie.
ALKS	Verzoeken	TD: Transition demand	Monitoren van TD signalen	Overnemen van niet-ondersteunde controle van het voertuig.
		Geëscaleerde TD	Monitoren van geëscaleerde TD signalen	Overnemen van niet-ondersteunde controle van het voertuig.
		MRM Minimum Risk Manoeuvre	Monitoren van MRM signalen	Overnemen van niet-ondersteunde controle van het voertuig.
	Waarschuwingen	Bestuurder-niet-beschikbaar-waarschuwing	Monitoren van BNB signalen	Houding aannemen die als beschikbaar wordt herkend
		Systeemfout/verminderde prestatie modus	Monitoren van waarschuwingen over systeemfouten	Uitvoeren van passende ALKS interventie.
		Overige implementatie afhankelijke waarschuwingen	Monitoren van overige waarschuwingen, monitoren van de omgeving	Uitvoeren van de besloten handeling
	Visuele informatie	ALKS modus: Uit	Monitoren van visuele informatie over de ALKS modus	De rijtaak uitvoeren
			Monitoren van veranderingen in visuele informatie over de ALKS modus	De rijtaak uitvoeren
				-
		ALKS modus: Aan (Actief)	Monitoren van visuele informatie over de ALKS modus	De rijtaak uitvoeren
			Monitoren van veranderingen in visuele informatie over de ALKS modus	Overnemen van niet-ondersteunde controle van het voertuig.
				-
		ALKS mode: unavailable	Monitoren van visuele informatie over de ALKS modus	De rijtaak uitvoeren
			Monitoren van veranderingen in visuele informatie over de ALKS modus	De rijtaak uitvoeren
		ALKS mode: Aan (activeringsprocedure)	Monitoren van visuele informatie over de ALKS modus	De rijtaak uitvoeren
			Monitoren van veranderingen in visuele informatie over de ALKS modus	De rijtaak uitvoeren
		Overige systeem informatie	Afhankelijk van implementatie	Stoppen met het uitvoeren van de rijtaak
				Afhankelijk van implementatie

Subsysteem	Onderwerp	Interactie Element	Monitor/Observeer	Handelen
ALKS	Sensoren	ALKS sensoren	Controleren op sensor problemen voor vertrek	ALKS niet gebruiken
			Bestuurdershandelingen die sensor problemen kunnen veroorzaken	Sensoren repareren Geplande actie aanpassen of niet uitvoeren
	Bediening	Alle bedieningselementen	Monitor handelingen die onbedoeld het besturingselement kunnen bedienen	Corrigeren van bedieningselement zoals gewenst
			Monitor geplande bestuurder handelingen die mogelijk (onbedoeld) het besturingselement kunnen bedienen	Uitvoeren van de geplande handeling zonder onbedoelde bediening van het besturingselement
			Monitor mogelijke noodzaak voor bediening van het besturingselement	Bedienen van het besturingselement
		ALKS aan/uit bediening	zie alle bedieningselementen	zie alle bedieningselementen
		Stuurwiel	zie alle bedieningselementen	zie alle bedieningselementen
		Gaspedaal	zie alle bedieningselementen	zie alle bedieningselementen
		Rempedaal	zie alle bedieningselementen	zie alle bedieningselementen
		Handrem	zie alle bedieningselementen	zie alle bedieningselementen
		In-menu instellingen	zie alle bedieningselementen Als ALKS gewenst is tijdens een rit, controleren van de instellingen voor vertrek	zie alle bedieningselementen Aanpassen van de gekozen instellingen via de HMI
		Navigatie systeem	zie alle bedieningselementen	zie alle bedieningselementen
		Richtingaanwijzers	zie alle bedieningselementen	zie alle bedieningselementen
		Alarmlichten	zie alle bedieningselementen	zie alle bedieningselementen
		Remlichten	zie alle bedieningselementen	zie alle bedieningselementen
Bestuurder	Mentale staat	Mentale staat met invloed op prestaties	Monitor mentale staat met betrekking tot mogelijke overname cf Rijprocedure B	Uitvoeren van geschikte interventie (b.v. het nemen van een pauze bij slaperigheid)
		Take over readiness	Monitoren van beschikbaarheid om over te nemen	Uitvoeren van geschikte interventie (b.v. het aanpassen van de fysieke houding)
		Verwarring	Monitoren van door bestuurder verwachte en waargenomen ALKS gedragingen	Verkrijgen van de benodigde informatie
	Fysieke bediening	Kijkrichting / hoofdrotatie	Monitoren van kijkrichting/hoofdrotatie	Uitvoeren van geschikte interventie(b.v. ogen openen)
		Voetpositie	Monitoren van voetpositie	Uitvoeren van geschikte interventie
		Handpositie	Monitoren van handpositie	Uitvoeren van geschikte interventie
		Houding	Monitoren van houding	Uitvoeren van geschikte interventie(b.v. gordel om doen)

Bijlage C Instructies

Deze bijlage bevat de instructie voor het veldexperiment, zowel voor de bestuurder als voor de proefleider.

C.1 Bestuurder-instructies

[Onderstaande is alleen de specifieke instructie over het rijden zelf. Op te nemen in informatie aan de bestuurder, waarin ook de projectcontext wordt toegelicht. Daarin wordt ook opgenomen welke data we registreren, hoe we daarmee omgaan etc.]

Doel van de rit

Het doel van deze rit is om te begrijpen hoe bestuurders omgaan met rijhulpsystemen voor voertuigcontrole (DCAS). Dat geldt zowel voor normaal gebruik als voor situaties waar het systeem tegen zijn grenzen aanloopt. Je wordt gevraagd om stap voor stap vertrouwd te raken met het systeem en te kijken hoe het zich gedraagt in verschillende situaties die vanzelf tijdens de rit kunnen voorkomen.

Neem aan het begin van de rit de tijd om het systeem te leren kennen. Hoe kun je het inschakelen, uitschakelen, welke instellingen kun je aanpassen, enzovoort. Probeer daarbij de verschillende modi en instellingen uit die beschikbaar zijn. Let daarbij op hoe het systeem je ondersteunt: wat doet het wel of juist niet en welke informatie krijg je (bijv. iconen op het dashboard, geluiden of verzoeken/instructies).

Naarmate de rit vordert kun je ook gaan verkennen waar de grenzen van het systeem liggen. Let op hoe het systeem zich gedraagt in verschillende situaties. Laat de rit vanzelf in situaties komen waarin het systeem meer toezicht nodig heeft of waarin je als bestuurder vaker moet ingrijpen. Als zulke momenten er zijn, laat de situatie dan heel even doorgaan zodat je kunt zien hoe het systeem reageert en of het dat tijdig doet. Wees daarbij klaar om zelf in te grijpen en neem zo nodig de controle over voordat er gevaarlijke situaties ontstaan.

Algemene instructies (voor de hele rit)

- Verkeersveiligheid en verkeersregels gaan altijd voor.
- Deze rit is geen test van jouw rijvaardigheid.
- Je bent altijd verantwoordelijk voor het voertuig. Als het rijhulpsysteem actief is moet je klaar zijn om direct de controle over te nemen als dat nodig is.
- Als het systeem om input of ingrijpen vraagt, reageer dan zoals jij denkt dat in die situatie het beste is.

Hardopdenken

Tijdens de hele rit vragen we je om **hardop te denken** over het autorijden en over je interactie met het rijhulpsysteem. Vertel in ieder geval wat je waarneemt, wat je van plan bent te gaan doen en wat je aan het doen bent. Zowel over het zelf besturen van het voertuig als over het rijhulpsysteem.

Hieronder laten we een aantal voorbeelden zien die zich in een pilot voordeden, om een indruk te geven van wat we verwachten.

- *ik zie in de verte een verkeerslicht dat net op rood springt. We moeten stoppen dus ik laat nu het gas los*
- *we passeren nu een bord met snelheidslimiet 80. Op het dashboard zie ik nu ook een limiet 80 verschijnen.*

- *Ik zet de ACC nu aan met knopje Het ... symbool staat nu op groen. Ik laat de pedalen los en de auto rijdt nu zelf deze snelheid.*
- *We mogen hier 100. Ik druk op het plus knopje en ik zie op het dashboard dat de cruise control nu omhoog gaat naar 100. En we versnellen inderdaad naar 100.*
- *Er voegt iemand voor ons in. De ACC houdt nu in om het gat weer groter te maken.*
- *Verderop staat een file, het matrixbord zegt 70. ACC staat nog steeds aan. De voorligger begint te remmen. Ik houd mijn voet bij de rem maar de ACC regelt goed bij. (of: ik rem nu zelf, dit vond ik te krap, ACC staat nu weer uit)*
- *We gaan een strook naar links... De ACC ziet nu geen voorligger meer en we versnellen...*
- *Ik tik het rempedaal aan. Het ACC-icoon is nu uitgegaan.*
- *Ik druk nu op knopje ... Ik zie nu een ... oplichten op het dashboard maar snap niet wat dat betekent.*
- *Stuurt de auto nu zelf? Ik geloof wel, ik laat het stuur bijna los en we blijven midden in de rijstrook.*
- *Ik laat het stuur nu even los, handen blijven in de buurt...*
- *Ik zie nu een symbool oplichten. Ik raak het stuur weer aan... het symbool staat er nog... En nu is het weer weg*

Het is de bedoeling dat je de hele rit hardop blijft denken. Wel staat de veiligheid van de rit altijd voorop: mocht zich een verkeerssituatie voordoen die je volle aandacht vraagt, dan vervalt de hardopdenktaak. Maar normaal blijf je zoveel mogelijk hardop denken. De proefleider zal je zo nodig helpen herinneren.

C.2 Proefleider-instructies

[Onderstaande is alleen de specifieke instructie voor tijdens de ritten. Daarnaast komt er instructie voor de logistiek]

Je hoofdtaak is: Op basis van wat je de bestuurder ziet doen en wat je hem/haar hoort zeggen, de taken afvinken waarvan waarneembaar/hoorbaar is dat deze worden uitgevoerd.

- Probeer tijdens de rit overzicht te houden van welke taken nog niet zijn afgevinkt, zodat je je kunt focussen op taken die zich nog niet hebben voorgedaan.
- Mogelijk doet zich een situatie voor waar teveel tegelijk gebeurt. Of: je ziet dat de bestuurder net een taak heeft uitgevoerd maar je kunt deze zo snel niet vinden in de matrix en je wilt blijven opletten wat er verder gebeurt. Dergelijke events kun je makkelijk en snel markeren markeren met de app op je smartphone. Dat geeft ons een lijst met de precieze tijdstippen van deze events, zodat we achteraf de audio/video-opnamen kunnen gebruiken om de puntjes op de i te zetten.
- Als de bestuurder langer dan circa 30 seconden stilvalt: help hem/haar dan herinneren om hardop te blijven denken. Doe dit alleen als de actuele verkeerssituatie dat toestaat.

Je bent de navigator tijdens de rit. Instrueer de bestuurder tijdig over waar af te slaan of welke route te volgen.

Veiligheid staat voorop. Als de bestuurder handelt op een manier die je niet veilig vindt moet je hem/haar daarop wijzen.

Bijlage D Gezondheidsverklaring CBR

Bron: <https://www.cbr.nl/nl/rijden-en-uw-gezondheid/nl/gezondheidsverklaring/auto-motor-en-t-rijbewijs>; geraadpleegd op 23-04-2026.

1) Kunt u uw arm, hand of vingers door een beperking slecht gebruiken?

Vul ja in als:

- u verlies van kracht heeft in uw arm, hand of vingers;
- u uw arm, hand of vingers helemaal niet kunt gebruiken (bijvoorbeeld door verlamming);
- u een arm of hand helemaal of voor een deel mist;
- u een prothese heeft.

2) Kunt u uw been of voet door een beperking slecht gebruiken?

Vul ja in als:

- u verlies van kracht heeft in een been of voet;
- u uw been of voet helemaal niet kunt gebruiken, bijvoorbeeld door verlamming;
- u een voet of been helemaal of voor een deel mist;
- u een prothese heeft;
- u hulpmiddelen gebruikt bij het lopen, zoals een stok of rollator.

3) Kunt u niet goed zien in de verte, zelfs als u een bril of lenzen gebruikt?

Vul nee in als u met gebruik van bril of lenzen wel goed ziet. Met lenzen zijn alle soorten contactlenzen bedoeld.

3a) Rijdt u of wilt u gaan rijden met een BTS via VISIO? Let op, een BTS is géén bril, het is een telescoop die op de bril wordt geplaatst.

Een BTS is een bioptische telescoop, een hulpmiddel om beter te zien. Kijk op www.auto-mobiliteit.org voor meer informatie.

4) Wordt of werd u behandeld door een oogarts voor iets anders dan voor een bril of lenzen?

Vul ja in voor bijvoorbeeld het behandelen van staar of het laseren van uw ogen. Vul nee in bij een ooglidcorrectie of bij oogdruppels om bijziendheid te voorkomen.

4a) Staat u nu nog steeds onder controle van een oogarts?

5) Wordt u behandeld voor diabetes mellitus (suikerziekte)?

Hiermee wordt diabetes type 1 en type 2 bedoeld.

5a) Gebruikt u op dit moment medicijnen voor de diabetes?

Denk aan tabletten, insuline, of andere injecties.

5b) Heeft u de diabetes langer dan 10 jaar?

Vul nee in als u twijfelt. We gaan het dan verder uitzoeken.

6) Heeft u chronische schade aan uw nieren (een verminderde nierfunctie)?

Vul ook ja in als u gedialyseerd wordt.

6a) Is uw nierfunctie minder dan 20%?

Vul ja in als u dat niet zeker weet of als u gedialyseerd wordt.

7) Heeft u een aandoening van uw longen en gebruikt u zuurstoftherapie bij het rijden?

Met zuurstoftherapie wordt bedoeld dat u tijdens het rijden extra zuurstof uit een zuurstoftank gebruikt.

8) Heeft u een orgaantransplantatie gehad van de longen, nieren, lever, alvleesklier of het hart?

9) Heeft of had u een ziekte van uw hart of van uw bloedvaten?

Vul ja in als:

- u een hartaanval heeft gehad, u bent gedotterd (stent) of een openhartoperatie heeft ondergaan;
- als u een pacemaker, ICD of steunhart (VAD) heeft;
- als u een afwijking heeft aan uw bloedvaten, zoals een verwijde buikslagader.

9a) Heeft u een ICD? Dit is niet hetzelfde als een pacemaker.

Twijfelt u? Het staat op het pasje dat u heeft gekregen toen u het implantaat kreeg.

Vul nee in als u een pacemaker heeft.

9b) Heeft u een steunhart (VAD implantatie)? Dit is niet hetzelfde als een pacemaker.

Een steunhart is een implantatie van een VAD (Ventricular Assist Device).

Vul nee in als u een pacemaker heeft.

10) Heeft een arts bij u een aandoening vastgesteld van uw ruggenmerg, zenuwstelsel of hersenen? Bijvoorbeeld een beroerte, Alzheimer, dementie, een spierziekte, neuropathie, Parkinson of MS (multiple sclerose).

Het gaat om bijvoorbeeld:

- beroerte, hersenbloeding, hersentumor, hersenletsel;
- ziekte van Parkinson, MS, ALS;
- spierziekte;
- Alzheimer of andere vormen van dementie;
- dwarslaesie, zenuwletsel of neuropathie.

Vul ook ja in als een arts een ziekte van uw hersenen of zenuwstelsel heeft vastgesteld die niet in dit rijtje staat. In de vervolgvragen kunt u aangeven wat er precies aan de hand is.

10a) Heeft u Alzheimer of een andere vorm van dementie, of MCI?

10b) Heeft u een herseninfarct of een hersenbloeding gehad? Dit wordt ook wel een beroerte of CVA genoemd.

Het gaat hier om problemen met de bloedvoorziening en de bloedvaten van uw hersenen. In de vervolgvragen kunt u aangeven wat er precies is gebeurd.

10b 1) Is dit in de afgelopen zes maanden gebeurd?

10b 2) Bent u aan de bloedvaten van uw hersenen geopereerd?

Hiermee wordt ook coiling en clipping bedoeld.

10b 3) Heeft u nog steeds klachten van het herseninfarct of de hersenbloeding?

Vul ja in als u nog klachten heeft over het zien, het denken of hoe u beweegt.

10c) Is er bij u een misvorming van een hersenbloedvat ontdekt, zonder dat u eerst een hersenbloeding had?

Soms ontdekt een arts bij toeval een slecht gevormd hersenvat op een hersenscan of MRI. Vul ja in als er bij u zonder bloeding een misvormd hersenvat is ontdekt.

10d) Heeft u Parkinson?

10e) Heeft u MS (multiple sclerose)?

10f) Heeft u een spierziekte?

Kijk op www.spierziekten.nl voor meer informatie over spierziekten.

10g) Heeft of had u een hersentumor?

Met een hersentumor worden alle goedaardige en kwaadaardige tumoren bedoeld die binnen de schedel liggen.

10g 1) Is of was het een hypofysetumor?

10h) Heeft u een aandoening van uw hersenen of zenuwstelsel die nog niet genoemd is?

Vul ja in als u iets heeft aan uw hersenen of uw zenuwstelsel waardoor u minder goed ziet, denkt of beweegt. Bijvoorbeeld ALS, neuropathie, hersenletsel door een ongeval, een dwarslaesie of een zenuwbeschadiging in arm of been.

11) Heeft u weleens een epileptische aanval gehad?

Er zijn veel soorten epileptische aanvallen. Voor deze vraag maakt de soort niet uit. Vul ja in als u ooit een epileptische aanval heeft gehad.

11a) Heeft u de laatste epileptische aanval in de afgelopen vijf jaar gehad?

Vul nee in als u twijfelt. We gaan het dan verder uitzoeken.

12) Heeft een arts narcolepsie of hypersomnolentie bij u vastgesteld?

13) Moet u van de arts een CPAP/BiPAP-masker of MRA-beugel gebruiken vanwege slaapapneu?

- Slaapapneu wordt ook wel OSAS of OSA genoemd.
- Heeft de arts aangegeven dat u geen CPAP/BiPAP-masker of MRA-beugel hoeft te gebruiken, vul dan nee in.

14) Bent u in de afgelopen drie jaar twee keer of vaker plotseling bewusteloos geraakt? Bijvoorbeeld door flauwvallen.

Plotseling bewusteloos raken kan veel oorzaken hebben. Vul ja in als u om wat voor reden dan ook in de afgelopen drie jaar twee keer of vaker plotseling bewusteloos bent geraakt.

15) Heeft u door de ziekte van Ménière in het afgelopen jaar aanvallen van duizeligheid gehad?

Vul nee in bij duizelingen door een andere oorzaak dan Ménière.

16) Heeft een arts of psycholoog bij u een psychische of psychiatrische diagnose vastgesteld?

Vul ja in als een huisarts, psycholoog of psychiater een psychiatrische aandoening bij u heeft vastgesteld. Denk onder andere aan een depressie, een psychose of een angststoornis.

16a) Is er een depressie of een bipolaire stoornis vastgesteld?

16a 1) Is de diagnose in de afgelopen vijf jaar gesteld?

Vul nee in als u twijfelt.

16a 2) Bent u in het afgelopen jaar behandeld door een psychiater?

16b) Heeft u weleens een psychose gehad of heeft u schizofrenie?

Vul ja in als een arts bij u schizofrenie heeft vastgesteld. Vul ook ja in als u wel eens een psychose heeft gehad.

16b 1) Heeft u tot nu toe maar één keer een psychose gehad?

16b 2) Heeft u die éénmalige psychose in de afgelopen 10 jaar gehad?

16c) Heeft u een angststoornis?

Vul ja in als een huisarts, psycholoog of psychiater een angststoornis heeft vastgesteld.

16d) Heeft u een andere psychische of psychiatrische aandoening die in de vorige vragen niet genoemd is? Geef een toelichting.

17) Heeft u de afgelopen vijf jaar te veel gebruik gemaakt van alcohol, drugs of andere verslavende middelen (misbruik)?

Vul ja in als:

- u moeilijk zonder alcohol of drugs kunt;
- u geregeld rijdt onder invloed van alcohol of drugs;
- u in de afgelopen vijf jaar bent behandeld voor alcohol- of drugsmisbruik.

18) Gebruikt u medicijnen die de rijvaardigheid sterk negatief beïnvloeden? Twijfelt u? Ga naar CBR.nl/medicijnen of vraag uw voorschrijvend arts.

Het gaat om medicijnen zoals slaapmiddelen, kalmeringsmiddelen, sterke pijnstillers waar u slaperig of suf van kunt worden. En om medicijnen met ernstige bijwerkingen. Zie www.cbr.nl/medicijnen.

19) Heeft u nog andere klachten of aandoeningen die u kunnen beperken bij het besturen van een motorvoertuig? Geef een toelichting.

Deze vraag kunt u met ja beantwoorden als:

- er bij de rijopleiding weinig voortgang is;
- als u het CBR wilt informeren dat u doof bent of een verstandelijke beperking heeft.

Ondertekening

TNO › Mobility & Built Environment › Helmond, 15 juli 2026

ValidSigned by Joke Welten
on 15-07-2026

J. Welten
Research Manager

ValidSigned by Hari Subraveti
on 16-07-2026

H.H.S.N. Subraveti
Auteur

Mobility & Built Environment

Automotive Campus 30
5708 JZ Helmond
www.tno.nl