



Nenw/Wgmo - 2008/1426.01

# Raambediening en deurvergrendeling

Effect van water op het functioneren van  
raambedieningen en deurvergrendelingen

1 juli 2008

---

## Colofon

### **Uitgegeven**

#### **door:**

Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Dienst Verkeer en Scheepvaart  
Postbus 5044  
2600 GA Delft

### **Informatie**

DVS-Loket

Telefoon (088) 7982555

Email [dvsloket@rws.nl](mailto:dvsloket@rws.nl)

**Uitgevoerd door** HAN Automotive

**Auteurs** ing. L.R. Buning, ir. J.F. Kessels, ing. M. Merts,  
dr. ir. J.P. Pauwelussen, ir. A.G. Visser

**Projectleider** ir. J.F. Kessels  
**DVS**

**Datum:** 1 juli 2008

**Status:** Vertrouwelijk

**Versie:** Definitief 1.0

---

## Voorwoord

Dit rapport, vervaardigd in opdracht van de Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) van Rijkswaterstaat, doet verslag van een onderzoek naar het effect van water op het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen. Het onderzoek bestond uit het opstellen van een testprotocol, het testen van de bestverkochte automodellen van de 20 bestverkochte automerken, het generaliseren van de testresultaten, en het in kaart brengen van andere oorzaken van fouten van voertuigelektronica en informatie uit ongevallenregistratiebronnen.

Een groot aantal belanghebbenden hebben een waardevolle bijdrage geleverd aan de realisatie van het onderzoek.

In de fase waarin de 20 automodellen getest zijn, de kern van het onderzoek, is de betrokkenheid en de enorme inzet van de importeurs een belangrijke succesfactor geweest. Wij bedanken hiervoor de verschillende importeurs en specifiek de personen die direct bij het onderzoek waren betrokken, te weten: **Mitsubishi** Fried Lommerse, **Fiat** Cees van Gaalen en William Brouwer, **Kia** Rene Bersee, **Suzuki** Wim Verkleij, **Hyundai** Leon Gordijn en John van Luijnen, **Nissan** Marco Plugge en John Ratsma, **Citroën** Ewout Batstra, **Renault** Alex de Wijs en Arie Roest, **PON**, **Audi**, **VW**, **Seat** en **Skoda** Eric Schouten en Frans Robberts, **Volvo** Jos Wanraij, **Chevrolet (GM)** Eric Peters, **Opel (GM)** Ton Kool, **Peugeot** Kees Visser, Mark Golsteijn en Philippe de Graeve, **BMW**, John M. Clarijs en Rini van der Eijk, **Ford** Jaap J. Beck, **Mercedes**, Edsche Jan Westerhof, Arno Koenders en Thomas Körber en **Toyota** Alex Hoevenaars.

De stuurgroep, bestaande uit de RAI-vereniging, BOVAG, RDW, BZK, RHC, ANWB, VVN, MinVenW en DVS, heeft de conceptstukken beoordeeld en belangrijke beslissingen in het gehele traject genomen. De werkgroep, bestaande uit RAI-vereniging, RDW, MinVenW en DVS, heeft in het onderzoek procesondersteuning verleend. Wij bedanken daarvoor Jeroen van de Braak, René Tresfon en Frank Geelen.

Voor de ondersteuning van de technische uitvoering van het onderzoek, en voor het ontwikkelen van het testprotocol en de foutenanalyse bedanken we Cees Koomen en Wybe Brandenburg van de politie, Melanie Zegers en Johannes Schneiders van de DEKRA, en Jan van Hattem, Frans Tillema en Geert Visser van Rijkswaterstaat.

Het onderzoek zelf is voornamelijk uitgevoerd door HAN Automotive, van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. Met name Tom Meekhof, Menno Merts, Joop Pauwelussen en Anton Visser hebben een belangrijke bijdrage gehad in de uitvoering. In de planning en coördinatie van de tests, speelde Pieter van Baardwijk een belangrijke rol. Dankzij zijn tomeloze energie en volharding is een optimaal rendement gehaald in het aantal geteste voertuigen.

Namens de projectleiding danken wij alle hiervoor genoemde personen voor hun bijdrage in de uitvoering en het tot een goed einde brengen van het onderzoek.

Namens de projectleiding,  
Lejo Buning (Han Automotive)  
Joris Kessels (RWS DVS)

## Voorwoord 5

## Samenvatting 9

## Summary 13

### 1. Inleiding 17

- 1.1 Projectachtergronden 17
- 1.2 Probleemstelling 18
- 1.3 Doelstelling 18
- 1.4 Werkaanpak 19
- 1.5 Projectorganisatie 19
- 1.6 Leeswijzer 20

### 2. Testprotocol 23

- 2.1 Het uitgangspunt 23
- 2.2 Generiek testprotocol 24
- 2.3 Specificeren van het testprotocol 25
  - 2.3.1. Voertuig naast de testopstelling bij gebruik van CAN Bus modules 25
  - 2.3.2. Inspelen op functionaliteiten van de CAN Bus module 25
  - 2.3.3. Mechanische deurvergrendeling 26
  - 2.3.4. Positie van de accu 27
- 2.4 Aanvulling generiek testprotocol 27

### 3. Testopstelling 29

- 3.1 Overwegingen positionering componenten 31
- 3.2 Opbouw van een portier 32
- 3.3 Opbouw testpaneel 32
- 3.4 Waterdichte aansluitingen 33

### 4. Testresultaten 35

- 4.1 Te testen automodellen 35
- 4.2 Testopstelling per automodel 36
- 4.3 Betrokkenheid van de importeurs 37
- 4.4 Accu's 37
- 4.5 Raambedieningen 39
- 4.6 Deurvergrendelingen 42
- 4.7 Overige effecten van water 47
  - 4.7.1. Bijeffecten 47
  - 4.7.2. Reactie op de printplaat 47

### 5. Generalisatie wagenpark in Nederland 49

- 5.1 Opschalen naar het Nederlandse wagenpark. 49
- 5.2 Voertuigontwikkelingen in het wagenpark 50
  - 5.2.1. Voortschrijdende toepassing van elektronica 50

---

5.2.2. Toenemende complexiteit 51

**6. Andere oorzaken voor fouten 53**

6.1 Foutenbronnen 53

6.2 Foutgevoeligheid CAN Bus 54

6.3 Conclusie 54

**7. Verkeersongevallenregistratie 55**

7.1 Landelijke verkeersongevallenregistratie 55

7.2 Ongevalregistratieformulier Landelijke Melding Auto te Water 55

7.3 Proces-verbaal / Verkeersongevallenanalyse(VOA) 56

7.4 Conclusie 57

**8. Conclusies 59**

**9. Reacties importeurs 63**

9.1 Volkswagen concern (Volkswagen, Seat, Audi, Skoda) 63

9.2 Renault Nederland 64

9.3 Volvo Cars Nederland 64

9.4 Toyota, Louwman & Parqui 64

9.5 BMW Group Nederland 64

9.6 Suzuki Nederland 65

**Referenties 66**

**Bijlage A Het testprotocol 67**

**Bijlage B Componenten van de raambediening 91**

**Bijlage C CAN Bus systemen 92**

**Bijlage D Componenten van de deurvergrendeling 93**

**Bijlage E Volkswagen Golf 94**

**Bijlage F Peugeot 307 96**

**Bijlage G Ford Focus 98**

**Bijlage H Renault Scenic 100**

**Bijlage I Toyota Yaris 102**

**Bijlage J Citroën C4 104**

**Bijlage K Hyundai Tucson 106**

**Bijlage L Volvo V50 108**

**Bijlage M Fiat Panda 110**

**Bijlage N Kia Picanto 112**

**Bijlage O Audi A4 114**

**Bijlage P BMW 3-serie 116**

**Bijlage Q Mercedes-Benz A-klasse 118**

**Bijlage R Suzuki Swift 120**

**Bijlage S Seat Leon 122**

**Bijlage T Nissan Micra 124**

**Bijlage U Chevrolet Matiz 126**

**Bijlage V Skoda Octavia 128**

**Bijlage W Mitsubishi Colt 130**

---

---

---

## Samenvatting

In Nederland raken naar schatting 700 tot 800 auto's per jaar te water, waarbij circa 50 doden vallen. Het ministerie van Verkeer en Waterstaat streeft ernaar dit relatief grote aantal ongevallen met auto's die te water raken, en de ernst ervan, te reduceren. In overeenstemming met de drie sporen gedrag, voertuig en infrastructuur heeft het ministerie een voorlichtingscampagne voor de weggebruiker gevoerd en onderzoek gedaan naar de rol van de infrastructuur bij ongevallen waarbij de auto te water raakt. Met dit onderzoek neemt het ministerie zijn maatschappelijke verantwoordelijkheid om meer inzicht te krijgen in het effect van water op het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen.

De kern van het onderzoek is het testen in water van de kritische componenten van de raambedieningen en deurvergrendelingen van de bestverkochte automodellen van de 20 bestverkochte automerken in Nederland. Belangrijk is dat de tests verlopen volgens een vast protocol. Daarbij beperkt de test zich tot de kritische componenten, waaronder de intelligente componenten (CAN Bus) die de raambediening en deurvergrendeling aansturen. Een belangrijke invalshoek die daaruit voortvloeit is dat als de raambediening en deurvergrendeling juist functioneren tijdens de test, dit niet wil zeggen dat er geen andere componenten zijn die het juist functioneren kunnen belemmeren in de situatie dat een auto te water raakt. Functioneren de raambediening en deurvergrendeling niet naar behoren tijdens de test, dan kan geconcludeerd worden dat ze ook bij het te water raken van een auto niet naar behoren zullen functioneren.

Zowel aan het opstellen van het testprotocol als aan het testen met behulp van het testprotocol is invulling gegeven in samenspraak met de importeurs/autofabrikanten en andere belanghebbenden die zich in de stuurgroep hebben verenigd.

Het onderzoek bestond uit de volgende fasen.

1. Opstellen van een generiek testprotocol om auto's te kunnen testen op het effect van water op het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen.
2. Vaststellen van het effect van water op het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen van de bestverkochte modellen van de 20 bestverkochte automerken.
3. Generaliseren van de testresultaten naar het Nederlandse voertuigenpark.
4. In kaart brengen van oorzaken van fouten in de voertuigelektronica, anders dan water.
5. Verzamelen van informatie uit de ongevallenregistratie in relatie tot de problematiek.

Op basis van de Nederlandse verkoopcijfers van de jaren 2005 en 2006 is een selectie gemaakt van de 20 te testen automodellen. Daarvan is alleen Opel buiten het onderzoek gevallen. In totaal zijn dus 19 automodellen getest op het effect van water op het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling.

Uit het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

### **Bewustwording van de problematiek Auto te water**

De nauwe betrokkenheid van de importeurs bij het onderzoek en specifiek bij de test van hun automodel(len) heeft een extra winst opgeleverd voor het project Auto Te Water. Dit heeft geleid tot bewustwording, niet alleen van de algehele problematiek, maar ook van de problematiek van een specifiek automodel. De importeurs hebben allen zelf kunnen waarnemen welk effect water heeft op de raambediening en deurvergrendeling van hun eigen automodel(len). Voor veel importeurs was dit een eye-opener; ze gaven zelf aan dat met dit onderzoek een verbeterpunt aan het licht is gekomen.

---

### **Ramen in meeste gevallen niet te openen bij te water raken geteste automodellen**

Op basis van de testresultaten kan geconcludeerd worden dat in de meeste gevallen raambedieningen niet meer goed functioneren en onbetrouwbaar zijn na contact met water. Dit bemoeilijkt zondermeer het ontsnappen uit een auto die te water is geraakt.

Bij 2 van de 19 automodellen functioneert de raambediening voor de gehele duur van de tests naar behoren. Bij de andere 17 automodellen beïnvloedt het water het functioneren van de raambediening. De raammotor stopt in eerste instantie volledig en reageert niet op het bedienen van de raambediening. Dit is terug te leiden naar het te water raken van ofwel een component met intelligentie (CAN Bus of raammotor met Smart IO) ofwel de knop van de raambediening. Het vervolg van de test laat een wisselend beeld zien van activiteiten van de raammotor.

### **Deuren in enkele gevallen niet te openen bij te water raken geteste automodellen**

Op basis van de resultaten kan geconcludeerd worden dat het probleem bij autodeuren, dat ontstaat door het effect van water op de deurvergrendeling geringer is dan het probleem met de raambediening. De elektronische deurvergrendeling functioneert bij te water raken in veel gevallen echter niet meer naar behoren. Hierdoor kan de deur van enkele automodellen soms niet worden geopend, waardoor ontsnappen uit een auto die te water is geraakt wordt bemoeilijkt.

Bij 4 automodellen komen tijdens de tests perioden voor, waarin de deur niet (mechanisch) te openen is. De langste periode is ongeveer 10 minuten, maar veelal zijn het kortere perioden. Bij de andere automodellen zijn de deuren na contact met water wel te openen aangezien er ondanks de invloed van water geen elektronische blokkades optreden (5), ondanks eventuele elektronische blokkades de deur altijd te openen is (6), of omdat water geen effect heeft op het functioneren van de deurvergrendeling (4). Bij de 12 tests van de 4 automodellen met een 'Safe Lock'<sup>1</sup>, treedt er in ieder geval 2 keer (niet bij hetzelfde automodel) een 'Safe Lock' op.

### **Accu's blijven operationeel bij te water raken geteste automodellen**

Zo goed als alle accu's die in de test gebruikt zijn, blijven operationeel ondanks het contact met water. Dit betekent dat de accu zo goed als uitgesloten kan worden als oorzaak voor het mogelijk niet kunnen openen van de ramen en deuren in water.

### **Als een auto te water raakt, is er een redelijke kans dat ramen en deuren niet te openen zijn, met name als de auto is uitgerust met intelligente systemen**

Ondanks het testen van de automodellen die in Nederland het meest rondrijden en die overeenkomen met de Nederlandse verhouding luxe, middenklasse en eenvoudige voertuigen, kunnen de resultaten niet één op één doorvertaald worden naar het totale Nederlandse wagenpark. Voornamelijk omdat in het onderzoek alleen nieuwe automodellen bij de tests zijn betrokken. Daarmee is het onduidelijk en moeilijk in te schatten bij hoeveel voertuigen op de Nederlandse wegen de ramen en deuren niet te openen zijn als ze in het water terechtkomen. Wel geven de resultaten een reëel beeld over het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen bij contact met water. Met name bij de automodellen die uitgevoerd zijn met intelligente systemen (CAN Bus) heeft het water effect op het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling. De ramen kunnen vaak niet meer geopend worden. Over het totale wagenpark kan het volgende gezegd worden.

- Als een auto te water raakt, is er een redelijke kans dat ramen en deuren niet geopend kunnen worden.
- De kans dat de ramen niet meer geopend kunnen worden, is groter dan de kans dat de deuren niet meer geopend kunnen worden.
- Deze kans is groter bij automodellen die zijn uitgerust met intelligente systemen (CAN Bus)

---

<sup>1</sup> 'Safe Lock' is een naast de reguliere elektronische deurvergrendeling bestaande vergrendeling en is een volledige blokkering van de deurvergrendeling zowel aan de exterieur- als interieurzijde van het portier



---

### **Zelf installeren van elektronische systemen in auto's kan zorgen voor verhoogde veiligheidsrisico's**

Het zelf installeren van elektronische systemen in auto's kan zorgen voor verhoogde veiligheidsrisico's; bijvoorbeeld het risico van slecht functionerende raambediening en deurvergrendeling. Het gaat daarbij om systemen die geïntegreerd worden in het bestaande/reguliere systeem. De meest voorkomende fout wordt gemaakt bij het aansluiten van voedingsdraden en massaverbindingen. Verkeerde massaverbindingen kunnen een potentiaalverschil doen ontstaan dat het functioneren van de gekoppelde componenten kan beïnvloeden. Het toevoegen van systemen waarbij een koppeling gemaakt moet worden met het elektronische systeem, zoals het geval is bij het achteraf monteren van centrale deurvergrendelingen, audioversterkers en trekhaken, moet door deskundigen gedaan worden.

### **Ongevallenregistraties bieden geen inzicht in disfunctioneren raambediening en deurvergrendeling**

Op basis van de verschillende ongevallenregistratiebronnen kunnen geen uitspraken gedaan worden over het voorkomen van en de merkgevoeligheid voor het probleem dat ramen en deuren niet te openen zijn door de invloed van water op de raambediening en deurvergrendeling. In de Landelijke Verkeersongevallenregistratie worden geen ongevalkenmerken geregistreerd waarmee inzichtelijk wordt of er zich ontsnappings- of bevrijdingsproblemen als gevolg van disfunctionerende raambediening en deurvergrendeling hebben gemanifesteerd. De ongevallenregistratie voor de Landelijke Melding Auto te Water zou meer inzicht kunnen bieden, op dit moment worden echter lang niet alle auto te water ongevallen daadwerkelijk met dit formulier geregistreerd. In 2,5 jaar na aanvang van deze registratie zijn slechts 28 ongevalformulieren ingediend. Hoewel door processen-verbaal en verkeersongevallenanalyses meer inzicht zou kunnen ontstaan, bieden ook deze geen goed overzicht, omdat ze niet bij alle ongevallen worden opgemaakt.

Uit de Landelijke Verkeersongevallenregistratie blijkt wel dat de verdeling van automerken die betrokken zijn bij 'auto te water'-ongevallen met dodelijke afloop op hoofdlijnen overeenkomt met de lijst van de 20 best verkochte merken in Nederland. Dit duidt niet direct op het bestaan van merkgevoeligheid van auto's.

---

---

---

## Summary

In The Netherlands about 50 lethal casualties each year are caused by immersion incidents involving passenger vehicles. The Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Department for Transport) is aiming to reduce both this relatively large number and the severity of accidents involving vehicles becoming immersed. In compliance with its threefold approach involving driver behaviour, vehicle safety and infrastructure, the Department launched a campaign to inform drivers and carried out research into the influence of the infrastructure where vehicles became immersed. The Department has accepted its public duty of clarifying the effect of water on the operation of window mechanisms and door locks by setting up a research programme.

This programme is focussed on immersion tests of critical components of window mechanisms and door locks of the best selling car models of the top 20 best selling car brands in The Netherlands. It is paramount to understand that these tests have been performed along a fixed protocol restricted to critical components, encompassing the intelligent components (CAN Bus)<sup>2</sup> operating windows and door locks. An important implication of this approach is that window mechanisms and door locks operating properly during tests may still become impeded by other components in real vehicle immersion situations. When window mechanisms and door locks malfunction during tests we may safely assume, however, that they will show the same faults during actual vehicle immersion incidents.

The construction of the test protocol as well as the execution of the tests have been performed in close cooperation with representatives of importers, manufacturers and other stake holders united in a steering committee.

The research consisted of the following parts:

1. The construction of a generic protocol for testing the operation of windows and door locks of passenger vehicles
2. Ascertaining the effect of water on the controls of windows and door locks of the best sold models of the top 20 car brands
3. Extrapolation of test results to the entire contingent of Dutch passenger vehicles
4. Constructing a reference inventory of faults in vehicle electronics, other than those caused by immersion
5. Collating information related to vehicle immersion incidents and the effect of immersion on window operation and door locks from accident registration databases

The selection of the twenty car models for testing was based on Dutch sales figures for the years 2005 and 2006. Only Opel was excluded from the results meaning that 19 car models were tested for the effect of water on the operation of window mechanisms and door locks.

From the research the following can be concluded:

### **Awareness of problem area of Immersed Car (Auto te Water)**

The project Immersed Car (Auto te Water) profited substantially from the close involvement of importers in the research and specifically in the tests of their respective car model(s). Not only has this involvement caused increased awareness of the overall problem area but also of the problems relevant to specific car models. Importers were able to observe for themselves the effect of water on the window operation and door lock systems of their respective car models. For many importers this was an eye opening experience leading to their own conclusion that a point of improvement had come to light.

---

<sup>2</sup> A great variety of brand dependent types of intelligent components is on offer like CAN Bus systems, ETACS, ECU, SEM or BSI. This report applies *CAN Bus* as a generic description for all these intelligent components.

---

### **Windows inoperable for most car models tested for immersion**

Based on the test results it may be concluded that window mechanisms become dysfunctional and unreliable after contact with water. This will certainly impede escape from an immersed car. In 2 of the 19 car models the window systems remain properly operational during the entire test. In the remaining 17 models the water influences the operation of the window mechanism. Initially the window motor will stop all together and will not react to operating the control knob. This is due to immersion of either an intelligent component (CAN Bus or window motor controlled by Smart IO) or of the knob of the window control. The consequent test histories show varying results for the activity of the window motor.

### **In some cases of tested car models doors cannot be opened when immersed**

The test results show that the problem of inoperable doors caused by the effect of water on the locks is small in comparison to that of malfunctioning window systems. However, all too often electronic door locks become impeded on immersion and may even become completely unreliable. This may lead in some car models to situations where doors can no longer be opened, causing difficulties for the occupants to escape from the immersed car. During the tests 4 car models showed periods in which the doors could not (mechanically) be opened. The longest period was around 10 minutes, but there were many shorter periods. In 5 models doors could be opened after contact with water as no electronic blockades occurred despite the influence of water, in 6 cases doors could still be opened despite electronic blockades and in 4 cases the water had no effect on the operation of the lock mechanism. In 12 tests of 4 car models equipped with a 'Safe Lock' system, it was activated in at least 2 instances (not the same model).

### **Batteries remain operational in car models tested for immersion**

Almost all batteries used in the tests remained operational when coming into contact with water. This implies that the battery is not a likely cause for malfunctioning windows and doors in immersion incidents.

### **When immersion of a car occurs a reasonable chance exists that windows and doors cannot be opened, especially with cars fitted with intelligent systems**

Test results for popular car models in The Netherlands conformant to the Dutch distribution for luxury, mid range and budget models cannot easily be extrapolated to all Dutch cars. This is mainly due to the inclusion of only the most recent models in the tests. Consequently, estimations as to the number of cars involved in immersion incidents resulting in inoperable doors and windows are hard to make. Yet, the results do offer an actual impression of the operation of window systems and door locks in incidents with immersed vehicles. Especially models fitted with intelligent systems (CAN Bus) show effects of water on the operation of windows and door locks. Windows most often resist opening. Generally, it may be concluded that

- if a car becomes immersed there is a considerable chance that windows and doors resist opening
- chances are that windows are more difficult to open than doors
- risk of malfunction is greater in car models fitted with intelligent (CAN Bus) systems

### **DIY implementation of electronic systems may lead to increased risk**

Do It Yourself jobs to a car involving its electronic systems may lead to an increased risk of, amongst others, the malfunctioning of windows and door locks. This concerns those DIY systems that have been integrated into the manufacturer systems. Faulty wiring of power supply and ground are most common errors. Incorrect grounding may lead to currents affecting the operation of linked components. Adding systems involving connections to the standard electronics, as for instance adding a central door lock system, audio amplifiers or a towing hook, should be left to professionals.

---

**Accident records show no grounds for conclusions regarding proneness of specific brands for malfunctioning of windows and door locks due to immersion.**

Available sources of accident records do not allow for safe conclusions regarding specific brands being more prone to malfunctioning windows and door locks due to immersion. The National Records of Traffic Accidents (Landelijke Verkeersongevallenregistratie) do not offer information relevant to accident characteristics providing insight into malfunctioning window systems or door locks causing restriction of movement or other forms of hazardous restraint. The accident records of the National Register Immersed Car (Landelijke Melding Auto te Water) might provide more insight. However, recording this type of accident through the usage of the relevant form is not yet common. During the period of 2.5 years since the start of records, only 28 forms have been collected. Police reports and traffic accident analysis reports might provide more information but in many relevant incidents no such report or analysis is drawn up and as such no information is provided for a general impression of the causes of vehicle immersion incidents. The National Records of Traffic Accidents show that the distribution of car brands involved in immersion incidents are in line with the top 20 best selling car brands. This does not necessarily imply brand sensitivity to immersion incidents.

---

---

---

# 1. Inleiding

---

## 1.1 Projectachtergronden

In Nederland raken naar schatting 700 tot 800 auto's per jaar te water, waarbij circa 50 doden vallen [1]. Het is echter onbekend in hoeveel gevallen ramen of deuren niet geopend kunnen worden door de invloed van het water op de elektronica in het voertuig. Door politie, brandweer en reddingsbrigades is aangegeven dat dit echter een probleem is dat in toenemende mate voorkomt. Onderzoeken van TNO, RDW en de DEKRA geven aan dat de kans op het optreden van een dergelijke fatale storing reëel is. Bij laboratoriumbeproeving van onderdelen is dit bevestigd [2]. Gezien de beperkingen van eerdere onderzoeken is er grote behoefte aan meer inzicht in de mate waarin dit probleem speelt.

Het ministerie van Verkeer en Waterstaat streeft ernaar het relatief grote aantal ongevallen met auto's die te water raken, en de ernst ervan, te reduceren. In overeenstemming met de drie sporen gedrag, voertuig en infrastructuur heeft het ministerie een voorlichtingscampagne voor de weggebruiker gevoerd en onderzoek gedaan naar de rol van de infrastructuur bij ongevallen waarbij de auto te water raakt. Met dit onderzoek neemt het ministerie zijn maatschappelijke verantwoordelijkheid om meer inzicht te krijgen in het effect van water op het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen.

Ter illustratie van het geschetste probleem met raambediening en deurvergrendeling, volgt hier een beknopt historisch verloop.

Een ongeval met een politieauto te Edam in 1998 geeft aanleiding tot nader onderzoek door de politie. Duidelijk is dat in dit geval de deuren niet van binnenuit te openen waren. Dit is niet noodzakelijkerwijs de oorzaak van de tragische afloop van het ongeval, maar het heeft het ontsnappen (zeker) bemoeilijkt.

Het is aanleiding voor de Onderzoeksraad voor Veiligheid om een nadere veiligheidsstudie te laten verrichten. Het resultaat hiervan verschijnt in december 2002. Er wordt geconcludeerd dat er jaarlijks circa 50 inzittenden door verdrinking om het leven komen. De ongevallen vinden vaak in het weekeinde plaats, 's nachts, in de wintermaanden, in de maanden maart en mei, bij mist en bij sneeuw of hagel. Vóór het ongeval is het voertuig meestal in een slip geraakt. Er spelen veelal diverse problemen bij de pogingen te ontsnappen uit het voertuig. De bij mensen aanwezige kennis over de beste handelwijze om uit een te water geraakte auto te ontsnappen blijkt minimaal te zijn. Voertuigeigenschappen zijn wel van belang maar problemen hiermee kunnen niet eenduidig worden herleid tot een bepaalde eigenschap of een bepaald merk. De aanbevelingen komen kort samengevat neer op voorlichting, verbetering van voertuigeigenschappen, aanwezigheid life-hammer, en preventie.

In een aanvullend SWOV-onderzoek wordt verslag gedaan van dossieronderzoek. Hierin is ook per merk gekeken naar de betrokkenheid bij 'auto te water'-ongevallen met dodelijke afloop. Hieruit konden verder geen conclusies worden getrokken met betrekking tot specifieke merken of uitvoeringen.

De registratie van dit soort ongevallen blijkt in het algemeen niet voldoende te zijn om gericht detailonderzoek te doen.

Op 18 april 2003 brengt TNO een rapport uit over een 'auto te water'-ongeval met dodelijke afloop. De conclusie hieruit is dat er een reële kans bestaat dat een storing in de centrale bedieningseenheid fataal is geweest. Dat was echter niet met zekerheid aan te tonen. Om verdere uitspraken mogelijk te

---

maken is diepgaand onderzoek nodig naar het elektronische ontwerp en het software-ontwerp. Dergelijk onderzoek is echter uitsluitend mogelijk met de medewerking van de fabrikant van de elektronische besturingsmodule.

Na het verschijnen van het rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid is de RDW een actie gestart om in EU-overleg aandacht voor deze problematiek te vragen. De bereidheid hiervoor binnen de ECE bleek echter minimaal.

Eind 2004 is dit onderwerp door AVV toegevoegd aan een lopende inventarisatie naar de reddingsveiligheid van voertuigen na een ongeluk. In dit onderzoek wordt deze problematiek behandeld vanuit de optiek van de hulpverlening na een ongeval.

De politie heeft samen met haar verzekeraar Winterthur onderzoek laten doen door een afstudeerder aan de Fachhochschule Konstanz. Dit onderzoek toonde aan dat er bij het te water raken van de stuurprint een storing kan optreden waardoor portieren en ramen worden vergrendeld. Dit onderzoek was gereed in februari 2005.

De RDW rapporteert in augustus 2005 over dit onderzoek en constateert dat op basis hiervan niet een bepaald merk of type kan worden beoordeeld. De uitvoering en opzet van het onderzoek zijn hierbij aan kritiek onderhevig.

Op 2 februari 2006 brengt de DEKRA op verzoek van het Nederlandse Politie Instituut een rapport uit met de titel: 'Beoordeling van twee studies en verdere informatie over de problematiek van de vergrendeling van sluitsystemen in motorvoertuigen'. Zowel de Winterthur-studie als de RDW-rapportage worden hierin tegen het licht gehouden.

De DEKRA deelt de kritiek van de RDW op de Winterthur-studie maar ten dele en stelt: "Het optreden van een mogelijk voorval in de praktijk is voldoende om een systeem dat tot vergrendeling dient en in geval van binnenstromen van water met een storing zou kunnen reageren, nader te onderzoeken". De DEKRA wijst erop dat de Winterthur-studie in beginsel een potentieel risico aantoont en dat nader onderzoek gewenst is.

## **1.2 Probleemstelling**

Sinds 1999 zijn er aanwijzingen uit ongevallen en eerdere onderzoeken dat bij het te water raken van auto's de aansturing van raambedieningen en deurvergrendelingen ervoor kan zorgen dat de auto niet meer te openen is. Het is echter onduidelijk hoe vaak dit probleem vooral voorkomt bij specifieke automerken. Daarnaast is het onduidelijk op welke wijze het risico van raambedieningen en deurvergrendelingen onder invloed van water objectief kan worden aangetoond.

Het onderzoek moet een ontwikkeling in gang zetten waardoor de kans vermindert dat problemen met raambediening en deurvergrendeling van te water geraakte auto's ertoe leiden dat mensen door verdrinking om het leven komen. Het ontbreken van inzicht in de watergevoeligheid van de meest verkochte merken en daarvan de best verkochte modellen en het ontbreken van een testprotocol om de gevoeligheid objectief vast te stellen, bemoeilijkt het treffen van goede maatregelen om de verkeersveiligheid op dit punt te verhogen.

## **1.3 Doelstelling**

Het onderhavige onderzoek is onderdeel van het overkoepelende project Auto Te Water. Dit onderzoek richt zich op het voertuig, specifiek de raambediening en deurvergrendeling. De doelstelling van het onderzoek luidt:



---

Inzicht krijgen in het effect van water op het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen, en op basis daarvan inzicht krijgen in de omvang van het risico van het Nederlandse wagenpark.

De kern van het onderzoek is het testen van de kritische componenten van de raambedieningen en deurvergrendelingen van de bestverkochte automodellen van de 20 bestverkochte automerken in Nederland. Belangrijk daarbij is dat de tests verlopen volgens een vast protocol.

## 1.4 Werkaanpak

Het onderzoek bestaat uit de volgende fasen:

1. Opstellen van een generiek testprotocol om auto's te kunnen testen op het effect van water op het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen
2. Vaststellen van het effect van water op het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen van de bestverkochte modellen van de 20 bestverkochte automerken
3. Generaliseren van de testresultaten naar het Nederlandse voertuigenpark
4. In kaart brengen van oorzaken van fouten in de voertuigelektronica, anders dan water
5. Verzamelen van informatie uit de ongevallenregistratie in relatie tot de problematiek: Auto's te water; effect van water op het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen

Het onderzoek is beperkt in het aantal te testen merken en types, alleen de bestverkochte modellen van de 20 bestverkochte automerken zijn getest. De test beperkt zich tot de kritische componenten, waaronder de elektronica (CAN Bus) die de raam- en deurvergrendeling aanstuurt. Zowel aan het opstellen van het testprotocol als aan het testen met behulp van het testprotocol is invulling gegeven in samenspraak met de importeurs/autofabrikanten en andere belanghebbenden die zich in de stuurgroep (zie paragraaf 1.5) hebben verenigd.

Een belangrijk uitgangspunt van het onderzoek is ook, om in gezamenlijkheid te leren en meer inzicht te verkrijgen in het effect van water op raambedieningen en deurvergrendelingen. Het is daarom niet nodig om inzicht te hebben in het testresultaat van een specifiek automodel. De testresultaten zijn daarom op een anonieme wijze gerapporteerd en zijn niet terug te leiden tot specifieke automodellen.

Aan de hand van de testresultaten is nagegaan hoe groot het risico is binnen het Nederlandse voertuigenpark dat ramen en deuren niet meer te openen zijn als auto's te water raken. Niet alleen zijn de automodellen getest, ook is een analyse gedaan welke overige foutenbronnen in de voertuigelektronica voorkomen en is informatie uit de ongevallenregistratie verzameld om een volledig beeld te krijgen van de problematiek.

De importeurs zijn niet alleen nauw betrokken, bij het opstellen van het testprotocol en het uitvoeren van de tests zelf, ze worden bovendien in de gelegenheid gesteld om een reactie te geven op het eindrapport en hun individuele testresultaat. De reactie van de importeur zal, mits tijdig in de juiste vorm aangeleverd, worden opgenomen in de eindrapportage. Hierna wordt de eindrapportage openbaar gemaakt.

## 1.5 Projectorganisatie

Opdrachtgever van het onderzoek is de Dienst Verkeer en Scheepvaart. Opdrachtnemer is HAN Automotive. Voor het onderzoek zijn een stuurgroep, werkgroep en een projectteam samengesteld.

De partijen die direct betrokken zijn bij de problematiek van te water geraakte auto's zijn in de stuurgroep vertegenwoordigd. (Tussen)resultaten zijn op vertrouwelijke basis beschikbaar voor de leden en de stuurgroep fiatteert de besluiten binnen het onderzoek.

---

De stuurgroep bestaat uit:

- MinVenW, voorzitter, dhr. C. Zuidema
- MinVenW, secretaris, dhr. F. Geelen
- RAI-vereniging, mevr. E. Von Koczan; Dhr. C. Boutens
- BOVAG, dhr. M. van Lindert
- RDW, dhr. G. Borderwijk
- BZK, mevr. R. Spoor
- RHC, dhr. B. Zegwaard
- VVN, dhr. C. Moerlie
- DVS (voormalige AVV), dhr. J. van Hattem
- DVS (voormalige AVV), dhr. J. Kessels

De werkgroep ondersteunt het projectteam op basis van kennis en ervaring, legt verantwoording af aan de stuurgroep en signaleert mogelijke meningsverschillen. De werkgroep heeft met name een rol gehad in de procesmatige ondersteuning van het onderzoek.. De volgende personen maken deel uit van de werkgroep:

- MinVenW, voorzitter, dhr. F. Geelen
- DVS (voormalige AVV), projectleider, dhr. J. Kessels
- RAI-vereniging, dhr. J. van de Braak
- RDW, dhr. R. Tresfon

Voor de technische ondersteuning van het onderzoek maken de volgende personen deel uit van de projectgroep:

- DVS (voormalige AVV), projectleider, dhr. J. Kessels
- HAN Automotive, projectleider, dhr. L. Buning
- DVS (voormalige AVV), dhr. G. Visser
- Politie Amsterdam-Amstelland, dhr. C. Koomen
- Politie Haaglanden, dhr. W. Brandenburg
- DEKRA, Mevr. M. Zegers; dhr. J. Schneiders

## 1.6 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt het testprotocol toegelicht, en daarbij worden tevens de voertuigafhankelijke (merk en model) aanpassingen besproken. De testopstelling wordt toegelicht in hoofdstuk 3, daarbij wordt tevens aangegeven op welke wijze de waterdichte aansluitingen op de voertuigelektronica zijn gerealiseerd. De testresultaten worden op geanonimiseerde wijze weergegeven in hoofdstuk 4. Daarbij is gekeken naar het functioneren van de accu, de raambediening en de deurvergrendeling. In hoofdstuk 5 is op basis van de testresultaten en de ontwikkeling en toepassing van voertuigelektronica gekeken naar het Nederlandse voertuigenpark. In een apart traject is gekeken naar andere oorzaken dan water voor het falen van elektronica in voertuigen, het resultaat daarvan is in hoofdstuk 6 terug te vinden. In hoofdstuk 7 is verslag gedaan van de informatie uit de ongevallenregistratie over de problematiek auto te water, specifiek het effect van water op het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling. In hoofdstuk 8 zijn de conclusies terug te vinden. En in het laatste hoofdstuk zijn de opmerkingen van de auto-importeurs opgenomen.

Tijdens het onderzoek is gebleken dat er een grote variëteit aan merkafhankelijke typering is voor intelligente componenten, zoals CAN Bus systemen, ETACS, ECU, SEM, BSI, etc. In dit rapport wordt voor deze intelligente componenten de term CAN Bus gehanteerd. In auto's komen 2 verschillende CAN-Bussystemen voor (zie hoofdstuk 6), één voor de besturing van de motor (motormanagementsysteem), en één voor de randapparatuur zoals raambediening en deurvergrendeling. Dit laatste CAN Bus systeem

---

is voor dit onderzoek van belang en mits niet anders wordt aangegeven, wordt met de term CAN Bus ook dit systeem bedoeld.

---

.

---

---

## 2. Testprotocol

---

Om raambedieningen en deurvergrendelingen te testen op het effect van water, op een zodanige manier dat de testresultaten onderling objectief te vergelijken zijn, is een testprotocol noodzakelijk. Voor het opstellen van een protocol is in eerste instantie het uitgangspunt bepaald, en op basis daarvan is een generiek testprotocol opgesteld. Dit generieke testprotocol, bestaande uit een set van handelingen en voorschriften, laat voldoende ruimte over voor maatwerk per automodel. Voor elk automodel is het generieke protocol daarom nog gespecificeerd.

In de voorbereidende fase van het generieke testprotocol zijn op basis van 13 onderzochte automodellen de kritische componenten van de raambediening en deurvergrendeling geïnventariseerd. Op basis daarvan is invulling gegeven aan het generieke testprotocol.

Zowel bij het opstellen van het generieke testprotocol als bij het specificeren hiervan is er nauw contact geweest met de verschillende belanghebbenden. Met name de importeurs van de 20 bestverkochte automerken in Nederland hebben hierbij een rol gespeeld. Nadat de importeurs en stuurgroepen met het generieke protocol hadden ingestemd is samen met elke importeur een selectie gemaakt van de kritische componenten van de raambediening en deurvergrendeling en is gekeken hoe de test feitelijk uitgevoerd kon worden.

### 2.1 Het uitgangspunt

Een belangrijk uitgangspunt van de tests is om deze op zo'n manier in te richten dat deze zoveel mogelijk het te water raken van een auto benaderd. Er is echter geen standaard voor het te water raken van een auto. De snelheid van het voertuig, de positie in het water, de hoogte van de kade, de helling van het talud enz. zijn bepalend hoe en hoe snel een auto onder water raakt. Hiervoor is een arbitraire keuze gemaakt. Op basis van onderzoek van de SWOV [1] is gekozen voor een voertuig waarvan achtereenvolgens de neus, het motorcompartiment, het portier en het passagierscompartiment geleidelijk vollopen met water. Dit is de zogenaamde Chain of Events:

- Neus van het voertuig raakt eerst te water
- Gehele motorcompartiment loopt vol (accu onderwater)
- Portier loopt langzaam vol (stijgsnelheid van het water circa 1m per minuut)
- Iets trager loopt ook het passagierscompartiment vol

Voor het testen van het directe effect van water op de kritische componenten van raambediening en deurvergrendeling is het te water laten van een volledig voertuig niet noodzakelijk. Daarom heeft er een versimpeling van de werkelijkheid plaats gevonden, door alleen de kritische componenten van raambediening en deurvergrendeling, waaronder de elektronica (CAN Bus), in een bak met water te laten.

Voor het testen van de kritische componenten levert de Chain of Events in de tijd drie fasen op:

1. In de eerste fase wordt op tijdstip 0 de accu in het water gelaten, waarna deze 10 minuten onder water wordt geobserveerd. Dit is de periode tot het moment waarop de eerste en laagst geplaatste kritische component van de raambediening en/of deurvergrendeling onder water komt. Voor deze tijd is gekozen omdat in het beste geval voertuigen eerst enige tijd blijven drijven alvorens te zinken.
2. In de tweede fase, vanaf de 11<sup>de</sup> minuut, worden de componenten die zich in het portier bevinden in het water gelaten, met een daalsnelheid van 1m per minuut. Dit zijn componenten

---

zoals de raammotor en de elektronische deurvergrendeling. De componenten worden 5 minuten onder water geobserveerd.

3. In de derde fase, vanaf de 16<sup>de</sup> minuut, worden de componenten die zich in het interieur (passagierscompartiment) bevinden in het water gelaten, met een daalsnelheid van 1m per minuut. Dit kunnen componenten zijn zoals de CAN Bus en bedieningsknoppen.

In elke fase worden de raambediening en deurvergrendeling bediend met de in de tests opgenomen bedieningsknoppen. Dit gebeurt aan de hand van een pneumatisch systeem (zie hoofdstuk 3).

Met name de volgorde waarin de componenten van de raambediening en deurvergrendeling te water raken, die ontstaat door de Chain of Events, is belangrijk. Op deze manier kan worden bepaald welke invloed bepaalde onderdelen hebben op het functioneren van raambediening en deurvergrendeling.

## 2.2 Generiek testprotocol

Op basis van het uitgangspunt is verder uitwerking gegeven aan het generieke testprotocol. Het volledige testprotocol is in bijlage A terug te vinden. Deze paragraaf beperkt zich tot de belangrijkste aspecten.

### Nieuwe automodellen en componenten

In het onderzoek zijn alleen de nieuwste automodellen getest. Daarnaast wordt alleen gebruik gemaakt van nieuwe en originele componenten.

### Drie tests per automodel

Voor de betrouwbaarheid van het onderzoek en om toevalligheden uit te filteren worden er drie tests per automodel uitgevoerd. Bij elke test dienen nieuwe componenten te worden getest, wat betekent dat drie volledige sets aan kritische componenten van raambediening en deurvergrendeling in het onderzoek worden ingebracht.

### Volgordelijkheid componenten

Zoals in het uitgangspunt naar voren komt, worden de componenten met een bepaalde volgordelijkheid in het water gelaten op zo'n manier dat het in overeenstemming is met de positie en afdichting van de componenten in het voertuig. In hoofdstuk 3 wordt dit punt nader toegelicht.

### Geleidbaarheid water

Open water in Nederland varieert sterk in geleidbaarheid. Dit is afhankelijk van de bron van het water. Zo is rivierwater dat Nederland binnenkomt minder geleidbaar dan zeewater. De geleidbaarheid van sloten, vaarten, polderwater en water in kanalen in Nederland wordt met name bepaald door de aan- of afwezigheid van een verbinding met rivieren of zeewater. Voor de geleidbaarheid van water is daarom gekozen voor de gemiddelde geleidbaarheid van zoet (rivier)water. De geleidbaarheid van zoet water ligt tussen de circa 70 tot 120 mS/m<sup>3</sup> [3], daarom worden de kritische componenten getest in water met een geleidbaarheid van 100 mS/m.

### CAN Bus in de test

De kritische componenten die in de test worden meegenomen, zijn voor een groot deel voor elk automodel hetzelfde. De raammotor en bedieningsknoppen van de raambediening, en de elektronische deurvergrendeling en bedieningsknoppen van de deurvergrendeling vormen een vast onderdeel van de test. Afhankelijk van het uitrustingsniveau van het te testen automodel moeten ook bepaalde intelligente systemen in de test opgenomen worden. Zo wordt de CAN Bus als deze gekoppeld is aan de raambediening en/of de deurvergrendeling meegenomen in de test. Hierbij moet de functionaliteit van

---

<sup>3</sup> MilliSiemens per meter

---

de CAN Bus gegarandeerd blijven. Dit kan betekenen dat een groot deel van de bedrading van het voertuig meegenomen moet worden in de testopstelling. Hoeveel componenten en delen van de kabelboom meegenomen moeten worden in de test, verschilt per automodel.

## 2.3 Specificeren van het testprotocol

In goed overleg met de importeurs wordt het generieke testprotocol per automodel gespecificeerd. De focus van het specificeren van het testprotocol ligt enerzijds op de vraag welke componenten van de raambediening en deurvergrendeling feitelijk in de test moeten worden meegenomen. Anderzijds moet worden vastgesteld wat de definitieve volgorde wordt waarin de componenten van de raambediening en deurvergrendeling te water worden gelaten. Bij het bepalen van de componenten die getest moeten worden, is specifiek gekeken naar de CAN Bus. Behalve de vraag of deze wel aanwezig is, is het van belang te weten of deze module de raambediening en/of de deurvergrendeling aanstuurt. Vervolgens bepalen de integratie en de complexiteit van de CAN Bus in het elektronische systeem van het automodel hoe deze wordt opgenomen in de test.

Voor het bepalen van de volgorde waarin de componenten te water gelaten moeten worden spelen de volgende punten een rol:

- *Wat is de positie van de componenten van raambediening en deurvergrendeling in de deur en in het passagierscompartiment?* Een lager geplaatst component gaat eerder het water in dan een hoger geplaatst component. En een component in de deur gaat eerder het water in dan een component in het passagierscompartiment.
- *Wat is per component de afdichting ten opzichte van het binnen dringende water?* Een goed afgedichte component moet later het water in dan een component die niet of nauwelijks is afgeschermd van het water.

Tijdens het specificeren van het testprotocol voor de specifieke automodellen zijn enkele aandachtspunten naar voren gekomen, wat uiteindelijk heeft geleid tot een nadere invulling van het generieke testprotocol:

1. Voertuig naast de testopstelling bij gebruik van CAN Bus modules
2. Inspelen op functionaliteiten van de CAN Bus module
3. Mechanische deurvergrendelingen

### 2.3.1. Voertuig naast de testopstelling bij gebruik van CAN Bus modules

Als een CAN Bus in het elektronische systeem van een automodel de raambediening en/of deurvergrendeling aanstuurt, is het essentieel dat deze meegenomen wordt in de testopstelling. Belangrijk is dat de CAN Bus volledig operationeel moet zijn. Bij de meest complexe Can Bus modules betekent dit dat alle relevante sensoren aangesloten moeten worden. De importeurs hebben in gesprekken aangegeven dat zij zonder deze aansluitingen geen 100% correct functionerend systeem kunnen garanderen.

Om het onderzoek zuiver te houden en bij de tests van alle automodellen alleen de kritische componenten van de raambediening en deurvergrendeling te water te laten, is er voor gekozen om met behulp van verlengde kabels alle aansluitingen te realiseren. Daarbij is een compleet voertuig naast de testopstelling geplaatst en van daaruit deze verlengde kabels naar de complexe CAN Bus lopen. Deze voertuigen zijn uitsluitend ondersteunend en zorgen ervoor dat de kritische componenten, en dan met name de CAN Bus, correct functioneren.

### 2.3.2. Inspelen op functionaliteiten van de CAN Bus module

In gesprekken met de importeurs is ook naar voren gekomen dat sommige voertuigen veel complexer zijn dan in de voorbereidende fase duidelijk was geworden. Het is niet altijd duidelijk (bij de

---

onderzoekers, noch bij sommige voertuigleveranciers zelf) hoe verbindingen tussen CAN Bus modules zijn gelegd en hoe het voertuig reageert op het loskoppelen van onderdelen uit het systeem.

Voor twee voertuigen is een voorbeeld gegeven van meer complexe controle mogelijkheden die zijn ontstaan door het gebruik van een CAN Bus module. Zo blijkt dat bij een aantal malen snel achtereen bedienen van het raam, het systeem in een soort noodloop<sup>4</sup> terechtkomt, waarin de stroom door de bedrading en de motor wordt gereduceerd. Uit de documentatie van bepaalde voertuigtypen zijn de onderstaande beschrijvingen gehaald.

#### **Voertuigspecifiek voorbeeld 1**

*Thermische beveiliging van de ruitstelmotoren. De beenruimte module en de Junction Boxregeleenheid controleren de motortemperatuur. De motortemperatuur wordt berekend aan de hand van buitentemperatuur, draaitijd van de motor en de tijd dat de motor niet draait. Om te voorkomen dat de ruitstelmotoren tijdens de werking oververhit raken, kan elke motor afzonderlijk worden uitgeschakeld. De motor wordt dan gedurende een bepaalde tijd uitgeschakeld. In geval van een inklemming wordt het openen van de ruit niet door de thermische beveiliging verhinderd. Een reeds begonnen ruitbediening wordt niet door de thermische beveiliging afgebroken. In de paniekmodus kan de ruit ondanks een geactiveerde thermische beveiliging nog eenmaal worden gesloten.*

#### **Voertuigspecifieke voorbeeld 2**

*In de CAN Bus module wordt geregistreerd welke stroom er loopt en wat dit betekent voor de bedrading (warmteontwikkeling). De bedrading kan maar een bepaalde hoeveelheid warmte dissiperen, alvorens er schade gaat ontstaan. Deze stroommeting vindt continue plaats, maar pas als een bepaalde waarde (vastgelegd in specificaties tussen de leverancier van het voertuig en de leverancier van de module) wordt overschreden, wordt er ingegrepen. Als er voldoende tijd (eveneens vastgelegd tussen de leverancier van het voertuig en de leverancier van de module) is verstreken, kan opnieuw een aantal malen geprobeerd worden het raam te bedienen. Dit bleek gereset te kunnen worden door het voertuig aan en uit te zetten. Alleen als dat te snel gedaan werd, werd dat door het voertuig herkend en werd het aantal malen dat het raam op en neer gehaald kon worden verder gereduceerd. Het vaststellen van de achterliggende oorzaken van deze wijze van functioneren, is zeker niet zonder importeur te doen. In één geval kon zelfs de leverancier niet achterhalen wat de oorzaak was. De leverancier gebruikt apparatuur van toeleveranciers die aan bepaalde specifieke eisen voldoet, maar waarvan het hart (de software en de manier waarop het een en ander te beïnvloeden is) niet bekend is bij de leverancier.*

### **2.3.3. Mechanische deurvergrendeling**

Naast de reguliere elektronische deurvergrendeling kan een auto ook zijn uitgerust met 'Safe Lock', dit is een volledige blokkering van de deurvergrendeling zowel van de exterieur- als interieurzijde van het portier. In moderne voertuigen wordt de elektronische deurvergrendeling en het 'Safe Lock' bediend door een elektromotor. Het kan voorkomen dat beide functies door 1 motor bediend worden, maar ook dat voor elke functie (elektronische deurvergrendeling en 'Safe Lock') een aparte elektromotor gebruikt wordt. In het geval dat het automodel een 'Safe Lock' heeft, wordt de deurvergrendeling **altijd** in de testopstelling meegenomen.

Een belangrijk onderscheid tussen de elektronische deurvergrendeling en het 'Safe Lock', is dat de eerst genoemde mechanisch overruled kan worden. Soms door achtereenvolgens tweemaal de deurhandel van het portier te bedienen of soms direct bij de eerste keer bedienen van deze deurhandel. Een probleem ontstaat als de elektromotor van de elektronische deurvergrendeling in staat is om de handbediening van

---

<sup>4</sup> Noodloop: geregelde toestand, c.q. processtatus, die door een fabrikant bedoeld in een systeem is aangebracht en het systeem in een veilige toestand brengt, waarbij schade uitgesloten is en een beperkte functionaliteit gewaarborgd is.



---

de mechanische deurhandel van het portier te blokkeren. Een dergelijke blokkade kan ontstaan als onder invloed van water kortsluiting ontstaat, waarbij deze elektromotor continue op slot wordt gestuurd.

Essentieel bij de deurvergrendeling is dan ook om voor aanvang van de tests te constateren of de elektrische bekrachtiging van de deurvergrendeling **altijd** mechanisch te overrulen is, op een wijze die niet of nauwelijks te onderscheiden is van de normale wijze van bedienen.

#### **2.3.4. Positie van de accu**

In §2.2 is aangegeven dat aan het begin van de test de accu gedurende 10 minuten onder water wordt geobserveerd. Als een accu in de laadruimte binnen het passagierscompartiment wordt geplaatst, gaat hij als laatste het water in. De zin van de 10 minuten wachttijd is dan verloren gegaan, in dergelijke gevallen kan daarom de wachttijd worden overgeslagen. De totale testtijd blijft echter wel 60 minuten.

## **2.4 Aanvulling generiek testprotocol**

Het specificeren van het generieke testprotocol in het onderzoek heeft ertoe geleid dat dit generieke testprotocol op enkele punten aangevuld kan worden, zoals toegepast in het onderzoek:

1. Controle op de aanwezigheid van een CAN Bus module in het voertuig die de raambediening en deursluiting aanstuurt.
2. Preventief reageren op intelligente regelingen in die CAN Bus module (bijvoorbeeld de noodloop van de raambediening bij veelvuldig opeenvolgend bedienen van de ramen).
3. Controle op volledige mechanische beheersbaarheid, c.q. controle of een signaal op de elektronische deurvergrendeling het openen van het portier volledig kan blokkeren.
4. Controle op de positie van de accu anders dan in het motorcompartiment.

Ad 1 Voor een correct functionerend voertuig in de test, is het soms noodzakelijk een compleet voertuig naast de testopstelling te hebben. Hierbij moet de bekabeling van de CAN Bus module verlengd worden, zodat deze onderdeel van de testopstelling is.

Ad 2 Door voortdurend en veelvuldig bedienen van de raambediening wordt de noodloop in de CAN Bus module geactiveerd. Omdat bij aanvang van de test in de eerste 10 minuten alleen de accu geobserveerd wordt, alvorens de overige componenten in het water te laten zakken, bestaat er een grote kans dat de raambediening in de noodloop terecht komt. Om dit te vermijden, zou de frequentie waarmee de raambediening bediend wordt, gewijzigd moeten kunnen worden.

Ad 3 Als er sprake is van een volledige mechanische beheersbaarheid, c.q. controle over de deursluiting, dan hoeft deze niet meegenomen te worden in de testopstelling. Als de mechanische beheersbaarheid echter wordt geblokkeerd door een signaal op de elektromotor in de deurvergrendeling (elektronische deurvergrendeling of 'Safe Lock'), dan moet dit systeem getest worden.

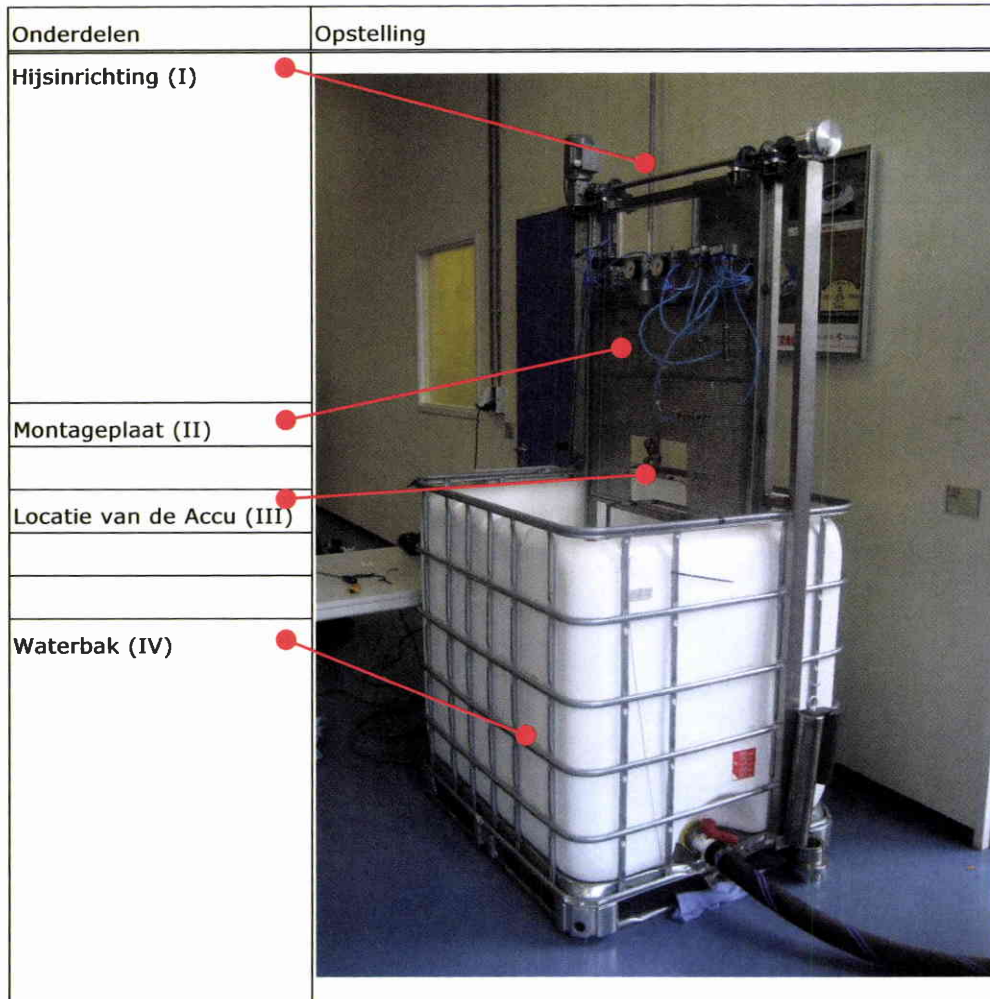
Ad 4 Als de accu van het voertuig niet in het motorcompartiment staat, dan moet deze opgenomen worden in de testopstelling alsof het een component uit het passagierscompartiment is.

---

---

### 3. Testopstelling

De testopstelling, zonder componenten, is weergegeven in figuur 3-1. Op de montageplaat worden de componenten van het portier gemonteerd in een vastgestelde volgorde, die afhankelijk is van het te testen automodel.

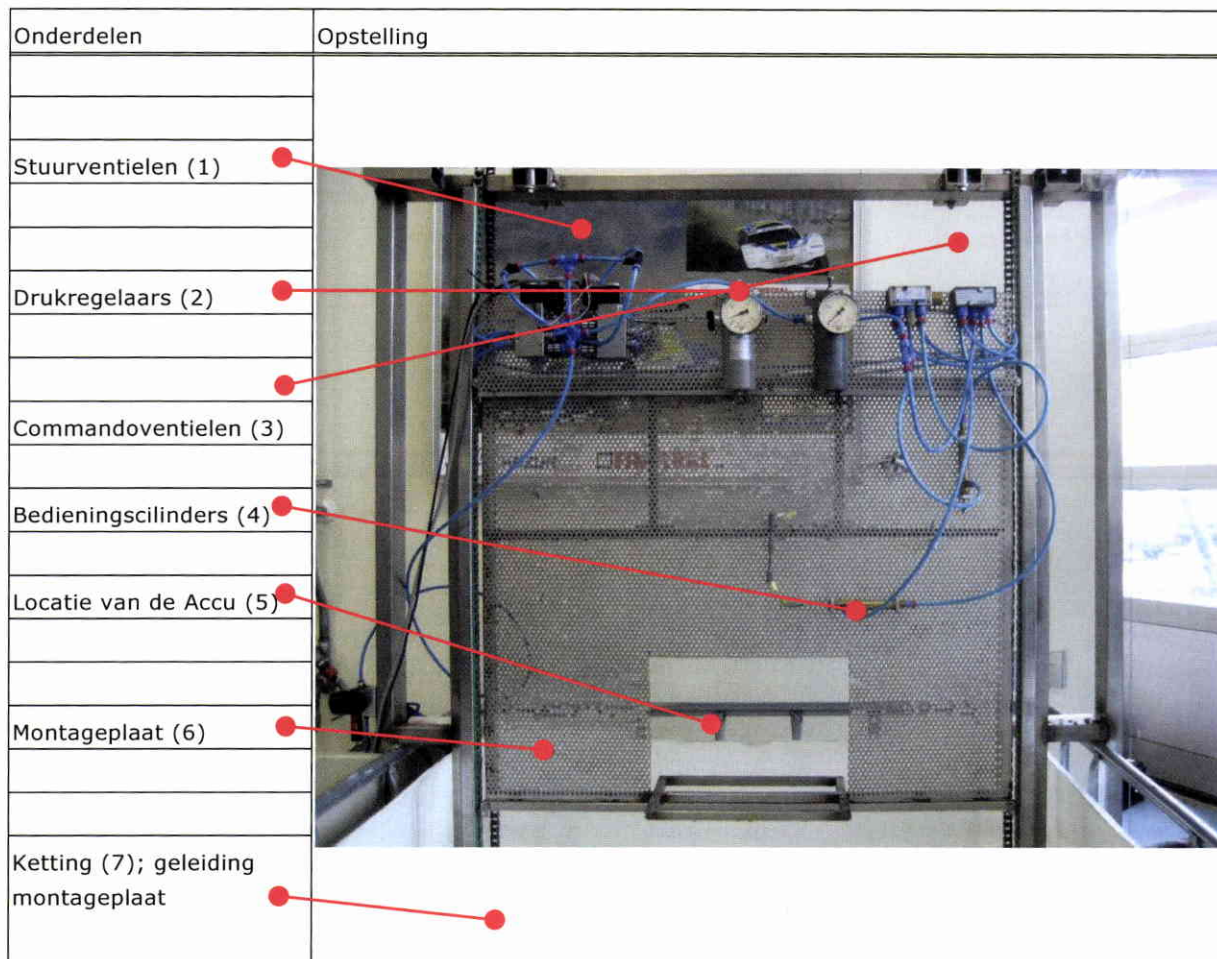


*Figuur 3-1* Overzicht van de testopstelling

De testopstelling bestaat uit een waterdichte bak (IV) van kunststof, met een inhoud van 1 m<sup>3</sup>, en met onderin een aftappunt. In en tot boven de kunststof bak is een hijsinrichting (I) geplaatst, waarbinnen tussen geleiders een geperforeerde montageplaat (II) is bevestigd. In de montageplaat is een ruimte uitgespaard voor de accu (III). Accu's die zich in het passagierscompartiment bevinden, worden bovenaan aan de montageplaat geplaatst (aan de achterzijde). De metalen onderdelen zijn alle van roestvrij staal.

Door middel van een elektromotor wordt de montageplaat op en neer bewogen, waarbij de stijg- en daalsnelheid traploos instelbaar zijn.

In figuur 3-2 is een meer gedetailleerd overzicht gegeven van de opbouw van de montageplaat.



*Figuur 3-2* Overzicht van de testopstelling

De montageplaat wordt aan beide zijden geleid door een ketting (7), waarmee scheefzakken en klemmen van de montageplaat wordt voorkomen. Voor de montageplaat is gekozen voor een zeer open geperforeerde plaat (6), waaraan op elke gewenste positie bepaalde componenten kunnen worden gemonteerd. Een contragewicht compenseert het gewicht van de montageplaat, inclusief de te testen componenten en kabelboom.

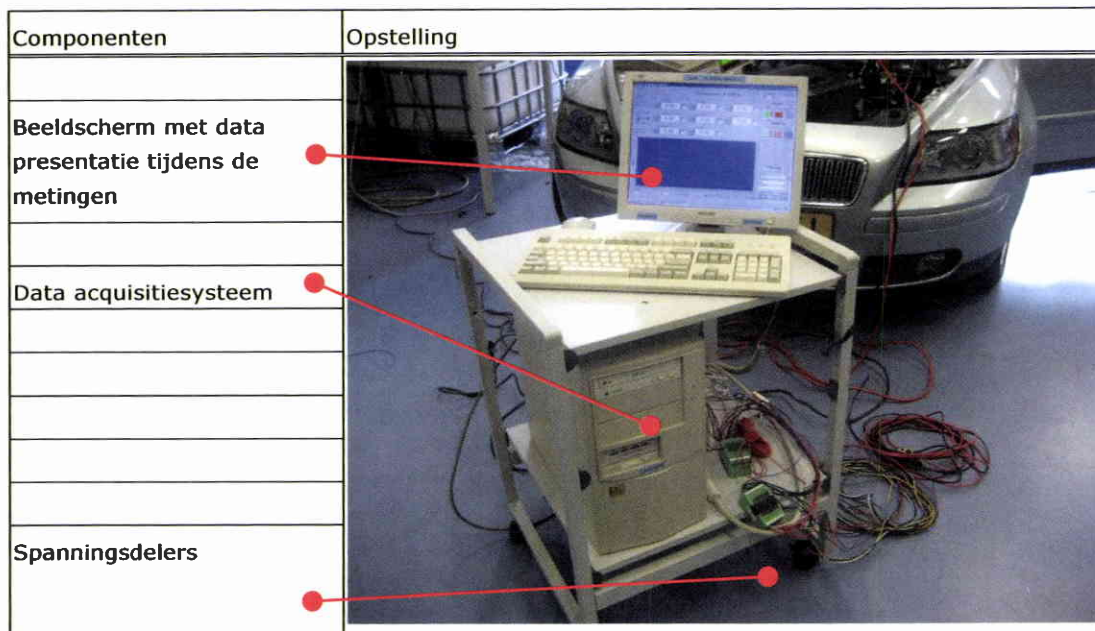
De bediening van de componenten geschiedt pneumatisch. Cilinders (4) bedienen de drukknoppen van de raambediening en worden aangestuurd door de commandoventielen (3). De druk in het pneumatische systeem wordt constant gehouden en geregeld via de drukregelaars (2). De timing in het pneumatische systeem wordt geregeld door de stuurventielen, die op hun beurt aangestuurd worden door een functiegenerator en timers.

In figuur 3-3 is een overzicht van het data-acquisitiesysteem gegeven. Voor het vastleggen van de relevante elektrische signalen zijn op de (maximaal) 8 kanalen differentiële ingangen gebruikt, met een spanningsbereik van  $\pm 10V$ . Omdat spanningen in de voertuigensystemen variëren tussen de circa 5V en  $>12V$ , wordt een spanningsdeler gebruikt. Door een hoge ingangsimpedantie wordt garandeert dat er geen invloed ontstaat van het data-acquisitiesysteem op het elektrische circuit van de te testen componenten.

Ter observatie van het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling, worden de overeenkomstige signalen aangesloten op het data acquisitiesysteem:

1. De spanning van de deurvergrendeling
  - a. het aansturen van de elektronische deurvergrendeling ( $U_{EDV}$ )
  - b. het aansturen van de 'Safe Lock' ( $U_{SL}$ )
2. De raambediening ( $U_{ERB}$ )
3. De accuspanning ( $U_{VB}$ )

Daarnaast worden per meting de datum, de temperatuur en de geleidingscoëfficiënt van het testwater geregistreerd.



Figuur 3-3 Data acquisitiesysteem op basis van Labview (NI)

### 3.1 Overwegingen positionering componenten

Essentieel voor de gekozen aanpak is dat rekening wordt gehouden met elke vertragende invloed op het binnendringen van het water in de elektronica door de opbouw c.q. constructie van het portier. Waterwerende maatregelen en/of constructies worden vertaald in een veranderende tijdspanne tussen het moment waarop het eerste onderdeel het water raakt en het laatste onderdeel. Hiermee wordt een hoge toegankelijkheid van het te testen object bereikt en zo kan eenduidig vastgesteld worden of het water invloed heeft op de functionaliteit van de elektronica.

De volgorde waarin de componenten gemonteerd worden op de montageplaat, wordt bepaald door de positie van de componenten in het portier en het passagierscompartiment. Er zijn voertuigen met een intelligente regeleenheid (CAN Bus) onder het dashboard, of met schakelaars in de middenconsole, hetgeen betekent dat deze duidelijk later te water moeten gaan dan componenten die zich in de deur bevinden. Als referentielijn bij de montage wordt de scheidslinje vensterglas van het portier en portierbody gebruikt (zie §3.2).

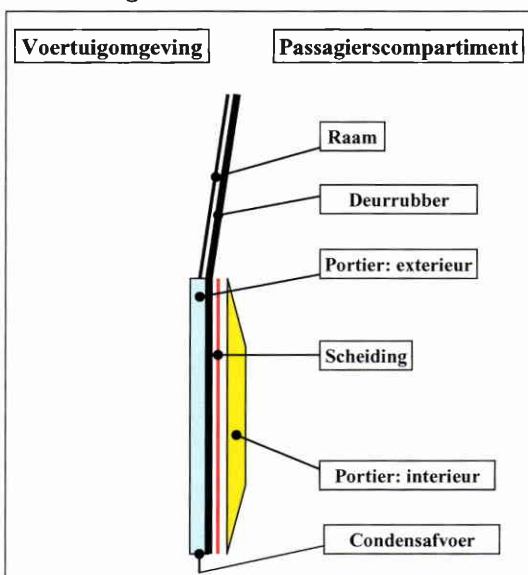
De volgorde waarin de componenten worden ondergedompeld, is afhankelijk van de hoogte van montage in het portier en het passagierscompartiment. Zo wordt er bijvoorbeeld zorg voor gedragen dat een centrale besturingseenheid die in het passagierscompartiment gemonteerd is, hoger op de montageplaat wordt geplaatst dan de overige componenten en derhalve als laatste wordt

ondergedompeld. Hiermee wordt een vertraging gesimuleerd waarmee het water het passagierscompartment binnendringt.

Waar noodzakelijk moet ook de intelligente regeleenheid (CAN Bus) worden gebruikt in de test. Het uitgangspunt hierbij is dat de regeleenheid volledig operationeel is voor de aanvang van de test. Afhankelijk van het te testen voertuig betekent dit dat de intelligente regeleenheid, inclusief de relevante kabelboom, op de montageplaat bevestigd wordt. Als dit leidt tot storingen in de regeleenheid, wordt in overleg met de voertuigleverancier of importeur een oplossing gezocht. Veelal leidt dit tot het plaatsen van een voertuig naast de testopstelling (zie § 2.4.1).

### 3.2 Opbouw van een portier

Bij het bepalen van de volgorde waarin de componenten te water gaan, is de opbouw van het portier van belang.



Het deurrubber sluit het passagierscompartment af van de omgeving van de auto. Het deurrubber zal het binnendringen van het water in het passagierscompartment vertragen.

Het 'portier-exterieur', is de holle ruimte binnen in het portier, aan de buitenzijde (omgevingskant) van het portier. Hierin zal het water als eerste naar binnendringen, langs de ramen en door de condensafvoer.

De 'scheiding' is een tussenwand, veelal een plastic folie, die het portier-exterieur scheidt van het portier-interieur.

Het 'portier-interieur', zit aan de zijde van het passagierscompartment en bevat de bedieningsknoppen van raambediening en deurvergrendeling.

Figuur 3.2-1 Opbouw van een portier

Voor het te water gaan van de componenten worden de volgende punten in ogenschouw genomen:

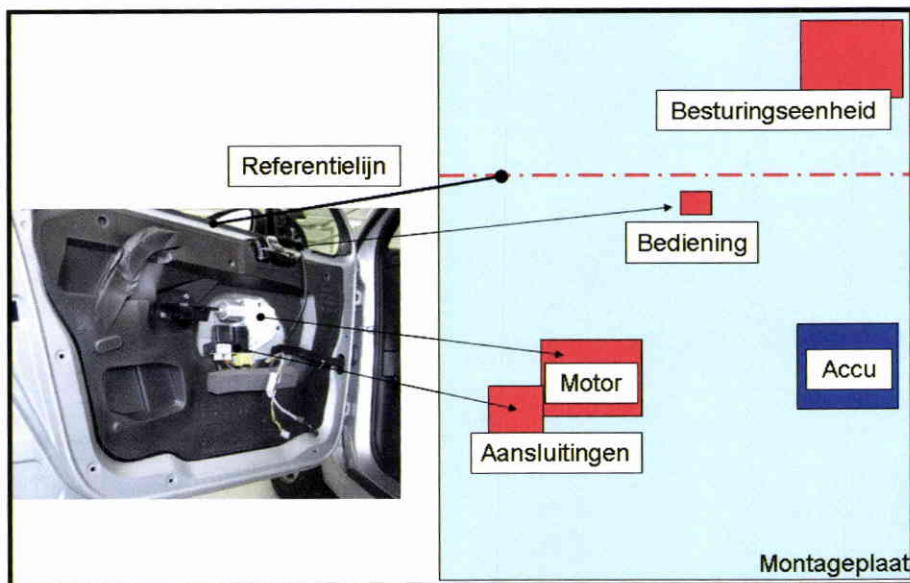
- o Het deurrubber bepaalt voor een belangrijk deel in welke mate (snelheid en tijd) het water het passagierscompartment binnendringt.
- o De scheiding tussen portier-exterieur en portier-interieur bepaalt in welke mate het water in het portier binnendringt naar het passagierscompartment. Hier kunnen (voertuigafhankelijk) speciale maatregelen getroffen zijn om elektrische verbindingen te beschermen.

### 3.3 Opbouw testpaneel

Om zo realistisch mogelijk een te water geraakt voertuig te benaderen, zijn er enkele afspraken gemaakt. Een belangrijke afspraak is de volgorde waarin de verschillende componenten te water gaan. In het testprotocol [4] staat:

"De referentielijn (zie figuur 3.3-1: Referentielijn) is gelegen in het vlak van het portier, en wordt gevormd door de scheidingslijn tussen het doorzichtige (raam) en het ondoorzichtige (onderste portierdeel) gedeelte, parallel aan de langsas van het voertuig"

Voor elk getest voertuig is dit doorgesproken met de desbetreffende importeur en pas na akkoord zijn de tests uitgevoerd. Daarbij is (vrijwel altijd) de eerste test volledig door de importeur geobserveerd.



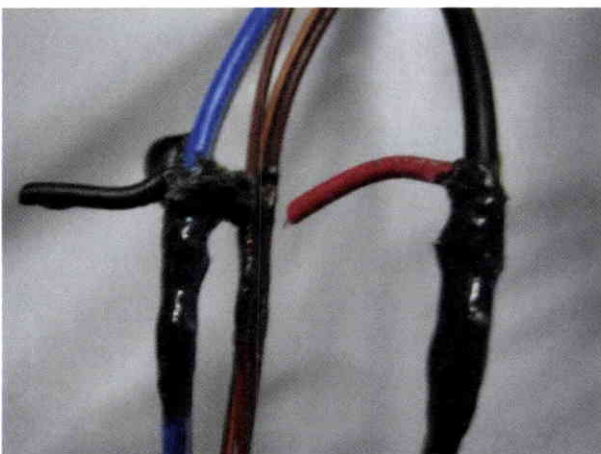
*Figuur 3.3-1 Portier versus montageplaat; positie van de te testenonderdelen*

De volgorde van de componenten op het testbord wordt per voertuig toegelicht in bijlage E tot en met W.

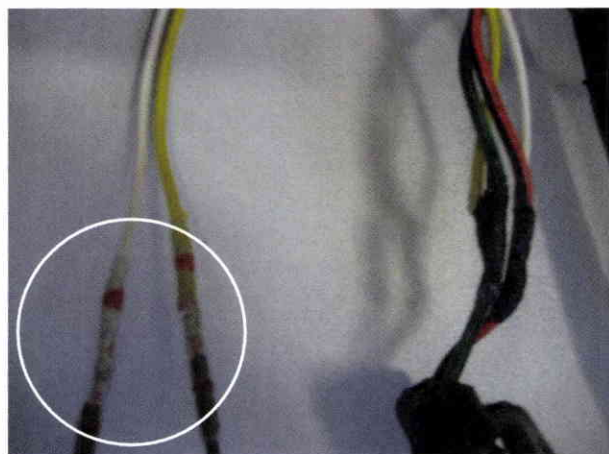
### 3.4 Waterdichte aansluitingen

Voor het aansluiten van de meetbedrading op de kabelbomen, worden waterdichte aansluitingen gebruikt. Het geleidende water zal hierdoor geen effect hebben op de meetresultaten, maar belangrijker nog: het water zal geen effect hebben op het functioneren van het geheel. Afhankelijk van de bedrading in het voertuig worden verschillende waterdichte verbindingen toegepast.

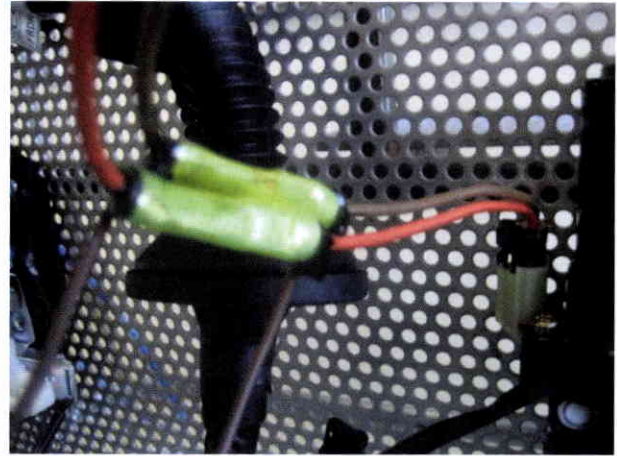
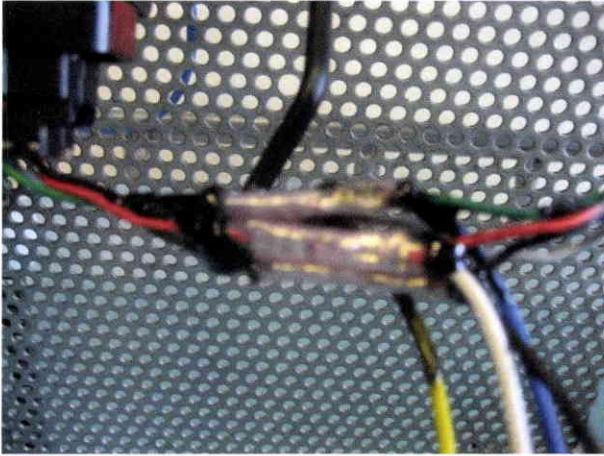
In figuur 3.4-1 is een waterdichte verbinding weergegeven waarbij een elastische kit is gebruikt, die na uitharding de meetverbinding afsluit van de omgeving. Na uitharding blijft de kit enigszins flexibel en zal meebuigen met de bedrading, zonder dat de feitelijke elektrische verbinding voor water bereikbaar wordt. In figuur 3.4-2 is eenzelfde soort verbinding gegeven, alleen wordt tin gebruikt om de elektrische verbinding te verzorgen en een kunststofhoes, die na verhitting het geheel lucht- en waterdicht afsluit.



*Figuur 3.4-1 Waterdichte kitverbinding*



*Figuur 3.4-2 Waterdichte smeltverbinding*

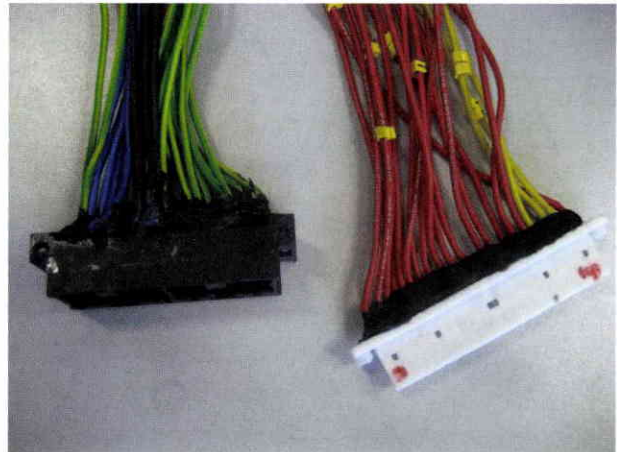


*Figuur 3.4-3 Waterdicht kitverbinding, met een vervormingverbinding*

In figuur 3.4-3 is een metalen verbinding gebruikt. Een metalen kokertje wordt rond de elektrische verbinding aangebracht en mechanisch vervormd. Het kunststof omhulsel wordt met een elastische kit waterdicht afgesloten van de omgeving.



*Figuur 3.4-4 Verbinding van een kabelverlenging*



*Figuur 3.4-5 Waterdichte aansluitingen*

In figuur 3.4-4 is een verbinding gegeven van een kabelverlenging die onderwater gebracht moet kunnen worden. Alvorens de verbinding waterdicht af te tappen, wordt tussen de draden een elastische kit aangebracht.

In figuur 3.4-5 zijn 2 verschillende toepassingen van waterdichte aansluitingen op CAN Bus modules weergegeven.



## 4. Testresultaten

In het onderzoek zijn de bestverkochte modellen van de 20 bestverkochte automerken getest op het effect van water op het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling. Dit is uitgevoerd volgens het testprotocol (hoofdstuk 2) met een daaraan geconformeerde testopstelling (hoofdstuk 3). Kort gezegd zijn per automodel drie sets kritische componenten van de raambediening en deurvergrendeling in een bak met water gelaten. Dit op een manier die zoveel mogelijk het te water raken van een auto benadert, waarbij achtereenvolgens de neus, motorcompartiment, portier en passagierscompartiment van de auto vollopen met water.

Een belangrijke invalshoek is dat als de raambediening en deurvergrendeling juist functioneren tijdens de test, dit niet wil zeggen dat er geen andere componenten zijn die het juist functioneren kunnen belemmeren als een auto te water raakt. Functioneren de raambediening en deurvergrendeling niet naar behoren tijdens de test, dan kan wel geconcludeerd worden dat ze ook bij te water raken van de auto niet naar behoren zullen functioneren.

### 4.1 Te testen automodellen

De insteek van het onderzoek was om de bestverkochte modellen van de 20 bestverkochte automerken te testen. Op basis van de Nederlandse verkoopcijfers in de jaren 2005 en 2006 is een selectie gemaakt van de 20 te testen automodellen. In tabel 4.1-1 is een overzicht gegeven van deze selectie.

Totaal	Merk	2006	%	2005	%	Model	Datum Test
1	Volkswagen	50198	10,3	44952	9,7	Golf	14 maart 2008
2	Opel	44549	9,1	44529	9,6	Astra	Niet geparticipeert
3	Peugeot	38323	7,9	39831	8,6	307	27 & 28 februari 2008
4	Ford	39350	8,1	37716	8,1	Focus	25 maart 2008
5	Renault	37217	7,6	39770	8,6	Scenic	25 januari 2008
6	Toyota	35552	7,3	29118	6,3	Yaris	11 maart 2008
7	Citroen	21582	4,4	22316	4,8	C3	3 maart 2008
8	Hyundai	17530	3,6	18016	3,9	Tucson	11 februari 2008
9	Volvo	16040	3,3	18205	3,9	V50	25 februari 2008
10	Fiat	17165	3,5	13899	3,0	Panda	4 maart 2008
11	Kia	14881	3,1	15066	3,3	Picanto	21 & 22 januari 2008
12	Audi	14542	3,0	14724	3,2	A4	12 & 13 maart 2008
13	BMW	13392	2,7	14193	3,1	3-serie	17 & 18 januari 2008
14	Mercedes-Benz	12388	2,5	12229	2,6	A-klasse	27 maart 2008
15	Suzuki	12404	2,5	11815	2,6	Swift	30 januari 2008
16	Seat	12625	2,6	11134	2,4	Leon	19 maart 2008
17	Nissan	12131	2,5	11011	2,4	Micra	6 & 7 maart 2008
18	Chevrolet	9836	2,0	9882	2,1	Matiz	5 maart 2008
19	Skoda	8916	1,8	8530	1,8	Octavia	18 maart 2008
20	Mitsubishi	8128	1,7	8314	1,8	Colt	6 februari 2008
<b>Totaal</b>		<b>436749</b>	<b>89,5</b>	<b>425250</b>	<b>91,7</b>		

Tabel 4.1-1 Overzicht 20 best verkochte merken over 2005 en 2006

De selectie van de automodellen is met de verschillende importeurs afgestemd. In het geval van Citroën heeft dit ertoe geleid dat, in afstemming met de stuurgroep van het onderzoek, niet de C3 maar de C4 is getest. Hiertoe is besloten naar aanleiding van verkoopcijfers van Citroën, waaruit duidelijk bleek dat er meer C4's verkocht waren dan C3's.

Alleen Opel is buiten het onderzoek gevallen. De fabrikant heeft aangegeven zich niet te conformeren aan het testprotocol en heeft daarom besloten geen onderdelen en ondersteuning ter beschikking te stellen voor het testen van de Opel Astra. In totaal zijn er dus 19 automodellen getest.

## 4.2 Testopstelling per automodel

Zoals eerder in hoofdstuk 2 naar voren komt is in goed overleg met de importeurs het generieke testprotocol gespecificeerd. Dit betekent dat de basis van de tests voor alle automodellen hetzelfde is, maar dat, afhankelijk van de elektronische complexiteit en configuratie, de testopstellingen op enkele punten van elkaar kunnen verschillen. In eerste instantie is voor elk automodel bepaald welke onderdelen relevant zijn voor de test en in welke volgorde deze in het water gelaten moeten worden. Dit is in bijlagen E tot en met W terug te vinden. Daarnaast is apart voor elk automodel het volgende bepaald:

1. Stuurde de CAN Bus, indien een automodel daarover beschikt, de raambediening en deurvergrendeling aan? Indien dit het geval is, is de CAN Bus meegenomen in de test.
2. Is de CAN Bus, indien een automodel daarover beschikt, dermate complex dat het voertuig nodig is om deze op een goede manier werkend te krijgen? Indien dit het geval is, is de test uitgevoerd met het voertuig naast de testopstelling, waarbij de kabels tussen het voertuig en het CAN Bus component zijn verlengd.
3. Kan de deurvergrendeling mechanisch geopend worden ondanks elektronische blokkades? Behalve voor van de automodellen met 'Safe Lock' is dit voor elk automodel op het droge getest. Bij de automodellen waarbij de deurvergrendeling mechanisch geopend kon worden ondanks elektronische blokkades, zijn de componenten van de deurvergrendeling niet in de testopstelling voor tewaterlating opgenomen. Van de automodellen met 'Safe Lock' zijn altijd de componenten van de deurvergrendeling opgenomen in de testopstelling.

AUTOMERK & -MODEL	CAN BUS		VOERTUIG NAAST DE TESTOPSTELLING (3)	MECHANISCHE DEURVERGRENDELING	
	IN HET AUTOMODEL (1)	IN DE TEST (2)			
1	Volkswagen Golf	Ja	Ja		
2	Peugeot 307	Ja	Ja		
3	Ford Focus	Ja		Ja	
4	Renault Scenic	Ja		Ja	
5	Toyota Yaris	Ja	Ja		
6	Citroen C4	Ja	Ja		
7	Hyundai Tuscon	Ja	Ja		
8	Volvo V50	Ja	Ja		
9	Fiat Panda	Ja	Ja		
10	Kia Picanto			Ja	
11	Audi A4	Ja	Ja		
12	BMW 320	Ja	Ja		
13	Mercedes A150	Ja	Ja	Ja	
14	Suzuki Swift	Ja	Ja		
15	Seat Leon	Ja	Ja		
16	Nissan Micra	Ja	Ja	Ja	
17	Chevrolet Matiz			Ja	
18	Skoda Octavia	Ja	Ja	Ja	
19	Mitsubishi Colt	Ja	Ja		
Totaal	Eenheden	17	15	10	6
	[%]	89%	79%	53%	32%

Tabel 4.2-1 Overzicht testopstelling per automodel

Het blijkt dat 17 van de 19 geteste automodellen over een CAN Bus beschikken. Daarvan sturen er 15 de raambediening en/of deurvergrendeling aan en moeten in de testopstelling opgenomen worden. In 3 gevallen heeft het automodel dus wel een CAN Bus, maar stuurt deze de raambediening en deurvergrendeling niet aan. In 10 van de 15 geteste automodellen met CAN Bus is deze zo complex dat een voertuig naast de testopstelling noodzakelijk is om de test uit te kunnen voeren. Daarnaast hebben 6 van de 19 geteste automodellen een deurvergrendeling die, ondanks eventuele elektronische blokkades, altijd mechanisch te openen is.

---

### 4.3 Betrokkenheid van de importeurs

De betrokkenheid van de importeurs is een belangrijke succesfactor geweest binnen het onderzoek. Zowel voor het realiseren van het onderzoek als voor de bewustwording van de verschillende partijen van de problematiek. In de fase waarin de tests zijn uitgevoerd, is de samenwerking zelfs cruciaal gebleken.

De importeurs zijn betrokken geweest bij de totstandkoming van het generieke testprotocol. Vervolgens is in nauw overleg met de importeurs het generieke testprotocol gespecificeerd. Daarbij is bepaald welke componenten relevant zijn voor de test en op welke manier de test plaats moet vinden om binnen de kaders van het generieke testprotocol te blijven. Hoewel deze afstemming en het bestellen van de componenten veel tijd hebben gekost, hebben de importeurs, na aanpassing van de projectplanning, er vervolgens zorg voor gedragen dat de te testen componenten in drievoud tijdig op de testlocatie aanwezig waren. Bij de automodellen met een zeer complex CAN Bus systeem hebben de importeurs tevens voor een testvoertuig gezorgd. Eén importeur heeft zelfs de componenten en het testvoertuig kosteloos ter beschikking gesteld.

Op uitnodiging van de HAN Automotive is op een enkele uitzondering na elke importeur bij de eerste test van een set kritische componenten van een automodel aanwezig geweest. Daarbij heeft de importeur akkoord gegeven op de testopstelling en specifiek de opbouw van de componenten op de montageplaat (hoofdstuk 3). In het enkele geval dat de importeur besloot geen gebruik te maken van de mogelijkheid om de test bij te wonen zijn er foto's van de testopstelling naar de importeur gestuurd, op basis waarvan deze akkoord is gegaan.


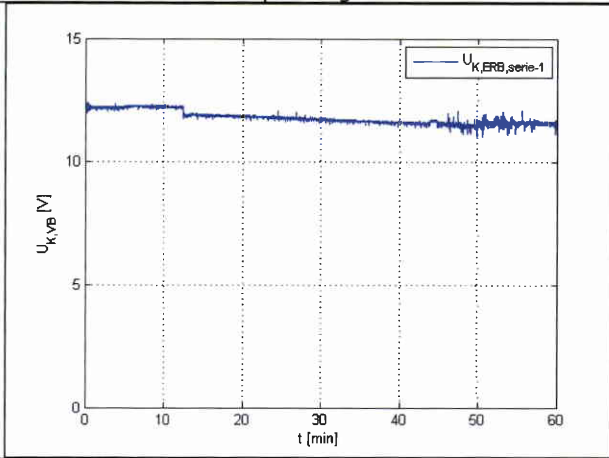
De ondersteuning van de importeurs is cruciaal gebleken bij de voertuigen die voorzien zijn van een CAN Bus. Enerzijds is het vaststellen van de functionaliteit van de aanwezige CAN Bus componenten zonder de inbreng van de voertuigleverancier zo goed als onmogelijk. Anderzijds kunnen componenten die gekoppeld zijn aan het CAN Bus systeem niet zondermeer vervangen worden. Een van de consequenties van de ver doorgevoerde integratie van CAN Bus systemen in voertuigen, is dat componenten die onderdeel zijn van dat systeem een unieke ID hebben. Bij vervanging moet de besturingssoftware 'verteld' worden dat er een nieuwe component met een andere ID is aangesloten. De oorsprong hiervan is terug te voeren op diefstal- of inbraakbeveiliging. Een consequentie van deze beveiligingsstrategie is dat het bestellen van de onderdelen en het implementeren ervan in het voertuig alleen door deskundigen (o.a. importeur, fabrikant) gedaan kan worden. Daarnaast moeten componenten vaak op chassisnummer besteld worden; voor de tests was dit het chassisnummer van het testvoertuig.

De nauwe betrokkenheid van de importeurs bij het onderzoek en specifiek de test van hun automodel(len) heeft een extra winst opgeleverd voor het project Auto Te Water. Niet alleen heeft dit geleid tot bewustwording van de algehele problematiek, maar ook van de problematiek van een specifiek automodel. De importeurs hebben allen zelf kunnen waarnemen welk effect water heeft op de raambediening en deurvergrendeling van hun eigen automodel(len). Voor veel importeurs was dit een eye-opener; ze gaven zelf aan dat met dit onderzoek een verbeterpunt aan het licht is gekomen. Met enkele importeurs zijn afspraken gemaakt om de componenten die in de test gebruikt zijn voor onderzoek aan de importeurs ter beschikking te stellen.

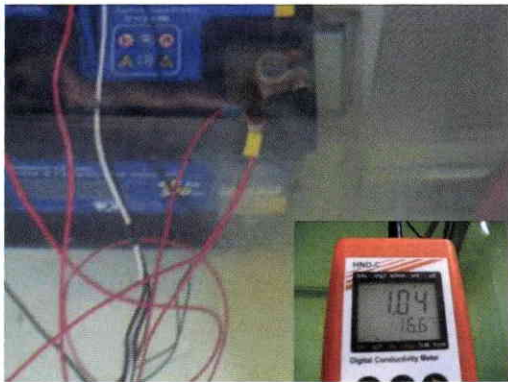
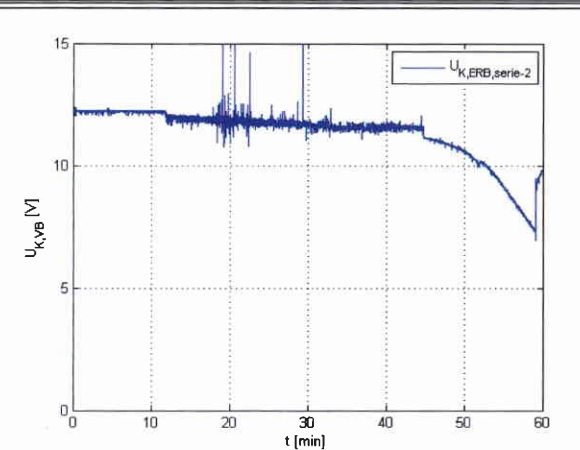
### 4.4 Accu's

Gedurende de gehele duur (1 uur) van een test van een set kritische componenten is de spanning van de accu gemeten (hoofdstuk 3). Voor de 19 geteste voertuigen zijn in totaal 57 accu's getest (drie per automodel). Hiervan blijven er 55 operationeel gedurende de gehele test. Twee accu's (niet van hetzelfde automodel) blijken onder invloed van het geleidende water hun spanning te verliezen. In tabel

4.4-1 en tabel 4.4-2 zijn beelden opgenomen van respectievelijk een accu die gedurende de hele test operationeel blijft en een accu die zijn spanning verliest.

Reactie aan de anode	Geen spanningsverlies
	
<i>Figuur 1</i>	<i>Figuur 2</i>

*Tabel 4.4-1 Accu blijft operationeel*

Verhoogde zuurgraad en reactie aan de anode	Spanningsverlies
	
<i>Figuur 1</i>	<i>Figuur 2</i>

*Tabel 4.4-2 Accu verliest spanning*

In figuur 1 van tabel 4.4-1 en tabel 4.4-2 is te zien dat door een chemisch proces bij de anode van de accu ragfijne rook slierten ontstaan. In figuur 1 van tabel 4.4-2 is tevens te zien dat er zurige oplossing uit de accu ontsnapt. Dit heeft tot gevolg dat de accuspanning (figuur 2) spanning minder wordt. In de figuren van tabel 4.4-1 is dit niet het geval.

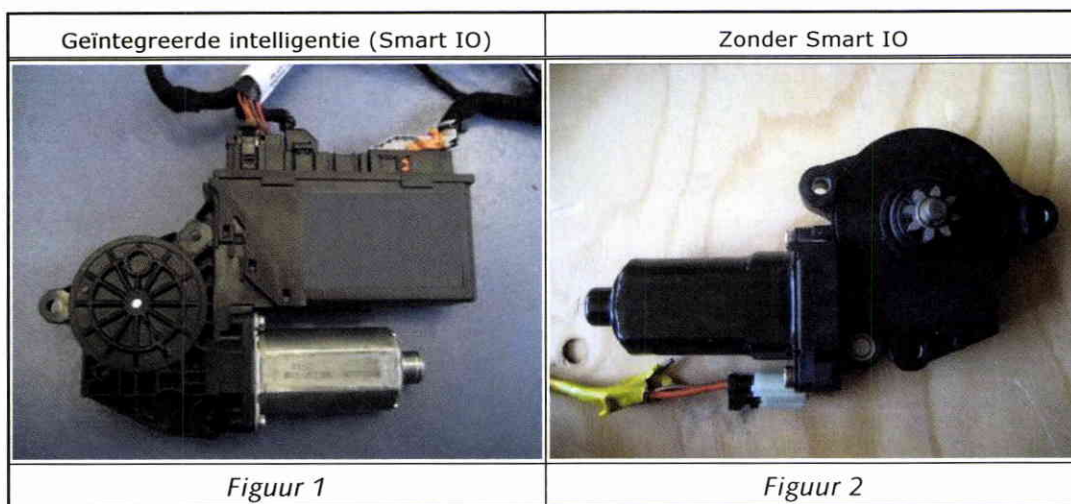
*Conclusie:* Zo goed als alle accu's die in de test gebruikt zijn, blijven operationeel ondanks het contact met water. Dit betekent dat de accu zo goed als uitgesloten kan worden als oorzaak van het probleem dat ramen en deuren in water mogelijk niet geopend kunnen worden.

## 4.5 Raambedieningen

De raambediening bestaat uit de volgende kritische componenten (zie tevens bijlage B en C voor voorbeelden):

- Raammotor
- Raambedieningssknop
- CAN Bus (niet in alle automodellen)
- Kabelbomen

In de meeste gevallen dat een automodel een CAN Bus heeft, stuurt deze de raambediening aan. Dit geldt voor 15 van de 17 geteste automodellen met CAN Bus. In deze automodellen komen 2 typen raammotoren voor. Een deel van de intelligentie kan namelijk geïntegreerd zijn in de raammotor, in een zogenaamde Smart IO module. Van de 15 automodellen, waarbij de CAN Bus de raambediening aanstuurt, hebben 8 automodellen een geïntegreerde Smart IO module in de raammotor. De andere automodellen hebben een reguliere raammotor. In tabel 4.5-1 zijn in figuur 1 en 2 respectievelijk raammotoren weergegeven met en zonder geïntegreerde Smart IO module.



Tabel 4.5-1 Raammotoren met en zonder intelligentie

Bij elke test van een set kritische componenten is het functioneren van de raambediening aan de hand van drie parameters geobserveerd:

1. *Spanning raammotor.* De spanning in de raammotor is continue gemeten (hoofdstuk 2). Daarbij kan de toestand van de spanning kort gezegd verschillen tussen 'pos', '0' en 'neg'. Bij een voldoende hoge 'pos' of 'neg' spanning krijgt de raammotor een commando om actief te worden en op- of neerwaarts te draaien.
2. *Functioneren raammotor.* Door directe observatie is gekeken naar het functioneren van de raammotor. Draait de raammotor naar behoren opwaarts of neerwaarts door bediening van de raambedieningssknop. Dit is niet kwantitatief gemeten maar voor elke test beschreven.
3. *Moment wijziging spanning en functioneren raammotor.* Behalve naar de spanning en het functioneren van de raammotor zelf, is gekeken naar de momenten (welke onderdelen zijn/raken te water?) waarop een wijziging plaatsvindt in het spanningspatroon en het functioneren van de raammotor. Dit is niet kwantitatief gemeten maar voor elke test beschreven.

Een belangrijk resultaat van de tests op de 19 automodellen is dat slechts bij 2 automodellen de raambediening voor de gehele duur van de tests naar behoren functioneert. Dit zijn 2 van de 4 automodellen waarbij de CAN Bus niet in de testopstelling is opgenomen. Bij de 2 andere automodellen

---

heeft de raambediening wel problemen gegeven. Vermoed wordt dat het disfunctioneren van de raambediening in deze gevallen het directe gevolg is van de led in de bedieningsknop.

Bij 17 van de 19 geteste automodellen blijkt de raambediening dus niet meer naar behoren te werken bij contact met water. Bij deze automodellen stopt de raammotor in eerste instantie met functioneren. De raammotor blijft voor een periode (die verschilt per automodel) passief ondanks bediening van de raambedieningsknop. Het moment waarop dit gebeurt en het beeld van het vervolg van de test verschilt per automodel en bij enkele automodellen per test.

Het stoppen van de raammotor kan gekoppeld worden aan het moment waarop een bepaalde component te water raakt. Dit kunnen de volgende componenten zijn:

- CAN Bus
- Raammotor met geïntegreerde Smart IO module
- Raambedieningsknop

Bij een drietal automodellen heeft zich een mechanisme voorgedaan waardoor het moeilijk is om te constateren welk effect water heeft op het functioneren van de raambediening. Bij deze automodellen raakt de raambediening in een noodloop, zowel op het droge als in het begin van de test voor het te water raken van de kritische componenten. Dit houdt in dat door veelvuldig bedienen van de bedieningsknop de signalen van de CAN Bus naar de raammotor onderbroken worden. De software van het voertuig zet deze noodloop in bij een overschrijding van een warmtegrens in de kabel die van de CAN Bus naar de raammotor loopt. Uit het vervolg van de test blijkt dat deze automodellen te vergelijken zijn met automodellen waarbij de raambediening in eerste instantie stopt. Door de noodloop is het echter niet mogelijk om vast te stellen op welk moment de raambediening stopt.

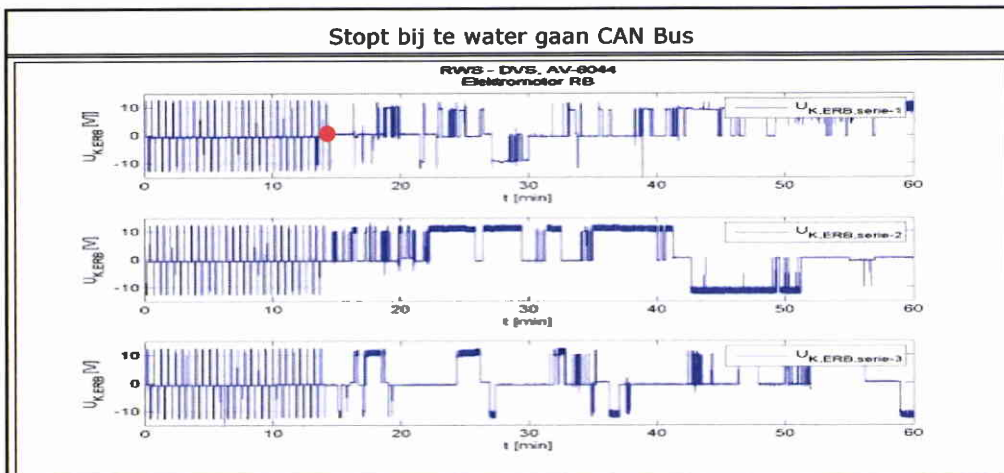
Het stoppen van de raammotor bij het te water gaan van een bepaalde component is in eerste instantie afhankelijk van de volgorde waarin de componenten te water gaan. Per automodel verschilt dit, in bijlage E tot en met W zijn alle testopstellingen terug te vinden. Dit in acht genomen, kan worden geconcludeerd dat de raammotor over het algemeen stopt bij te water raken van een component met een zekere intelligentie (CAN Bus of raammotor met geïntegreerde Smart IO module). Het vermoeden is dat in de gevallen waarin de raammotor stopt bij het te water gaan van de raambedieningsknop, dit het directe gevolg is van de led in de raambedieningsknop.

Het vervolg van de test is moeilijker in kaders te vatten. In enkele gevallen blijft de raammotor geheel passief gedurende de rest van de test. In enkele andere gevallen draait de raammotor continu opwaarts of continu neerwaarts. In de meeste gevallen zijn er enkele momenten met een korte op- of neerwaartse beweging, maar vaak niet gekoppeld aan de bediening van de raambedieningsknop. Het vervolg van de test is niet eenduidig en kan niet gekoppeld worden aan bepaalde eigenschappen van raambedieningen. Wel kan geconcludeerd worden dat bij contact met water raambedieningen niet meer naar behoren functioneren en geheel onbetrouwbaar zijn. Dit bemoeilijkt zondermeer het ontsnappen uit een auto die te water is geraakt.

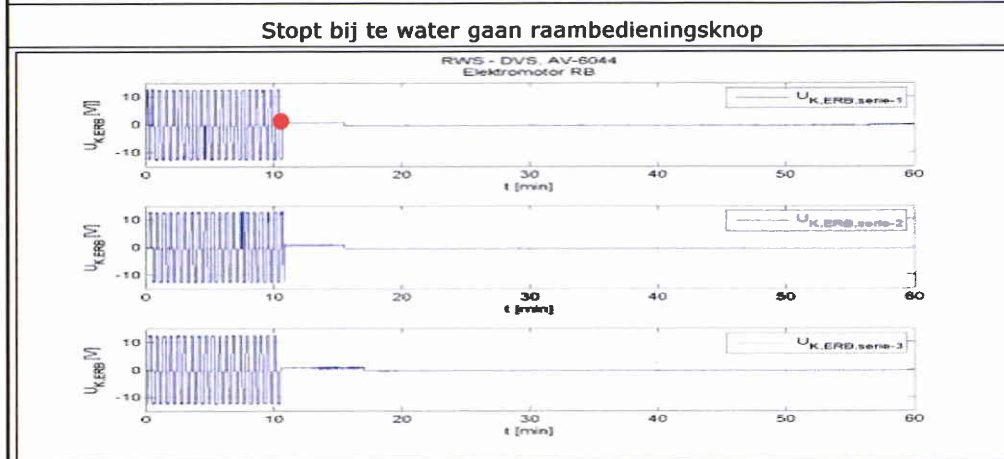
In figuur 1, 2 en 3 van tabel 4.5-2 zijn voorbeelden gegeven van spanningsverlopen van raambedieningen die respectievelijk stoppen bij de CAN Bus, stoppen bij de raambedieningsknop, en blijven functioneren. Per figuur zijn de resultaten van de drie tests van een automodel weergegeven. Met een rode bullet is het moment aangegeven waarop het betreffende component te water raakt en waarop een wijziging in het spanningspatroon ontstaat. De patronen van de spanningsverlopen zijn na het contact met water willekeurig en niet specifiek voor de getoonde categorieën. Bij het lezen van de spanningsverlopen moet verder het volgende in acht worden gehouden:

- De curve geeft de spanning aan in de raammotor en niet het draaien van de raammotor
- Tot aan het stopmoment van de raammotor komen de maximum en minimum spanning overeen met het op- en neerwaarts draaien van de raammotor

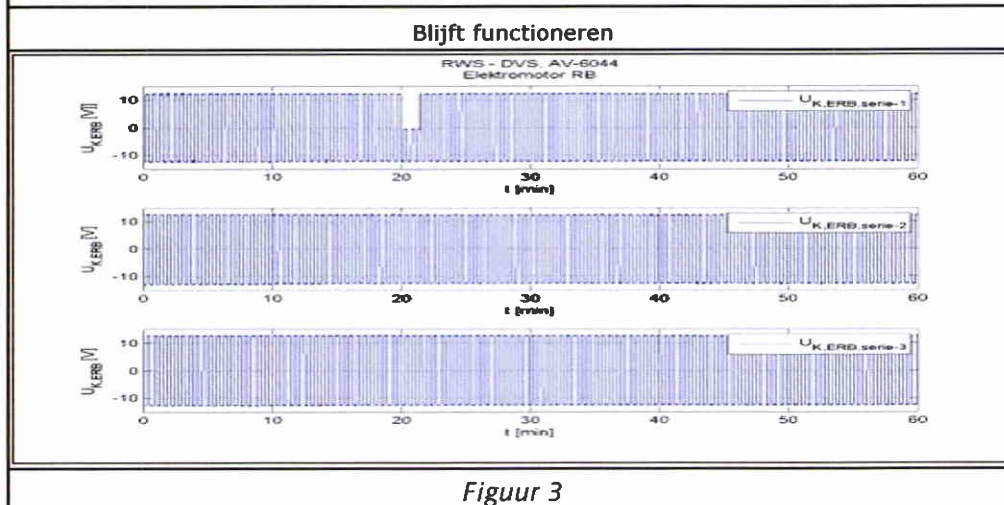
- Vanaf het stopmoment is er geen eenduidig verband tussen spanning en het draaien van de raammotor



*Figuur 1*



*Figuur 2*



*Figuur 3*

*Tabel 4.5-2 Spanningsverlopen van raammotoren*

In tabel 4.5-3 is een overzicht opgenomen van de resultaten van het effect van water op het functioneren van de raambediening. Dit is ingedeeld naar de eigenschappen van de raambediening: zonder CAN Bus zonder Smart IO, met CAN Bus zonder Smart IO, en met CAN Bus met Smart IO.

<b>Raambediening</b>		zonder CAN Bus <sup>1</sup> zonder Smart IO	met CAN Bus zonder Smart IO	met CAN Bus met Smart IO	Totalen
Omschrijving	Opmerking(en)				
Toepassing in automodellen		4	7	8	19
Effect van water	Stopt met functioneren	2	7	8	17
	Blijft functioneren	2	0	0	2
Oorzaak stoppen	CAN Bus	0	4	0	4
	Raammotor	0	0	4	4
	Raammotor + raambediensknop	0	0	1	1
	Raambediensknop	2	2	1	5
	Onduidelijk door noodloop	0	1	2	3
Vervolg van de test	Stopt totaal	0	2	0	2
	Af en toe een beweging	0	3	7	10
	Draait continue open of continue dicht	2	2	1	5

1: Voertuig heeft geen CAN Bus, of is niet in de test opgenomen

Tabel 4.5-3 Overzicht van de resultaten: Raambediening

**Conclusie:** Bij 2 van de 19 automodellen functioneert de raambediening voor de gehele duur van de tests naar behoren. Bij de andere 17 automodellen beïnvloedt het water het functioneren van de raambediening. In eerste instantie stopt de raammotor volledig en reageert niet op het bedienen van de raambediensknop. Dit is terug te leiden naar het te water raken van ofwel een component met intelligentie (CAN Bus of raammotor met Smart IO) ofwel de knop van de raambediening. Het vervolg van de test laat een wisselend beeld zien van activiteiten van de raammotor.

Geconcludeerd kan worden dat in de meeste gevallen raambedingen niet meer naar behoren functioneren en onbetrouwbaar zijn bij contact met water. Dit bemoeilijkt zondermeer het ontsnappen uit een auto die te water is geraakt.

## 4.6 Deurvergrendelingen

De deurvergrendeling bestaat uit de volgende kritische componenten (zie tevens bijlage D en E voor voorbeelden):

- Elektronische deurvergrendeling (met deurslot en vergrendelingsmechanisme)
- Deurvergrendelingsknop (niet in alle automodellen)
- CAN Bus (niet in alle automodellen)
- Kabelbomen

De variatie in eigenschappen van deurvergrendelingen is groter dan die voor raambedingen. Enkele automodellen hebben een volledig mechanische deurvergrendeling, waarbij het deurslot van de bestuurder de overige deuren middels een signaal meesluit of -opent. Enkele automodellen hebben een elektronische deurvergrendeling zonder deurvergrendelingsknop. En andere automodellen hebben een elektronische deurvergrendeling met deurvergrendelingsknop. Daarnaast kunnen automodellen met een elektronische deurvergrendeling ook uitgerust zijn met 'Safe Lock', dit is de eigenschap dat de deur zich onder andere automatisch vergrendelt bij een bepaalde snelheid.

Hoewel de deurvergrendeling van alle geteste automodellen een mechanische verbinding hebben, kan deze mogelijk door de elektronica worden geblokkeerd. Alleen de deurvergrendelingen waarbij de deur door elektronische blokkades mechanisch niet te openen is zijn in de testopstelling opgenomen. Voor elk automodel is dit op het droge getest. Van de automodellen met 'Safe Lock' zijn de deurvergrendelingen sowieso in de testopstelling opgenomen. Uit deze droge test blijkt dat bij 6 van de 19 automodellen de deur ondanks elektronische blokkades (bijvoorbeeld door water) te openen is. Het effect van water op de deurvergrendeling van deze automodellen is dus nihil.



---

Van de andere 13 automodellen is de deurvergrendeling wel opgenomen in de testopstelling. Bij elke test van een set kritische componenten is het functioneren van de deurvergrendeling aan de hand van de volgende drie parameters geobserveerd:

1. *Spanning elektronische deurvergrendeling.* De spanning in de elektronische deurvergrendeling is continue gemeten (hoofdstuk 2). Daarbij kan, net zoals bij de raammotor, de toestand van de spanning verschillen tussen 'pos', '0' en 'neg'. Bij een voldoende hoge 'pos' of 'neg' spanning krijgt de elektronische deurvergrendeling een commando om actief te worden en te ver- of ontgrendelen. Een '0'-spanning staat voor onbekrachtigd.
2. *Functioneren elektronische deurvergrendeling.* Middels directe observatie is gekeken naar het functioneren van de elektronische deurvergrendeling. Ver- en ontgrendelt de elektronische deurvergrendeling naar behoren door bediening van de deurvergrendelingsknop? En bij de automodellen die geen deurvergrendelingsknop hebben is gekeken of de deur (zonder enige bediening) elektronisch wordt ver- of ontgrendelt. Dit is niet kwantitatief gemeten maar voor elke test beschreven.
3. *Moment wijziging spanning en functioneren raammotor.* Behalve naar de spanning en het functioneren van de elektronische deurvergrendeling zelf, is gekeken naar de momenten (welke onderdelen zijn/raken te water?) waarop een wijziging plaatsvindt in het spanningspatroon en naar het functioneren van de raammotor. Dit is niet kwantitatief gemeten maar voor elke test beschreven.

Het is belangrijk om bij het beoordelen van de testresultaten te bedenken dat alleen in het geval van (continue) elektronische vergrendeling de deur niet (mechanisch) te openen is. In de andere gevallen (passief/onbekrachtigd en elektronische ontgrendeling) kan de deur mechanisch geopend worden.

Een belangrijk resultaat is dat bij 9 van de 13 geteste automodellen water van invloed is op het functioneren van de deurvergrendeling. Dit betekent dat bij automodellen met een deurvergrendelingsknop de elektronische deurvergrendeling voor een periode passief blijft ondanks bediening van de deurvergrendelingsknop. Bij het automodel zonder deurvergrendelingsknop (slechts 1 van de 5 automodellen zonder deurvergrendelingsknop functioneert niet naar behoren) verandert het spanningspatroon en wordt onbekrachtiging afgewisseld met perioden van ver- en ontgrendeling. In veel gevallen blijft de deur wel nog (mechanisch) te openen. Net zoals bij de raambediening verschilt het moment waarop het water invloed heeft op de elektronische deurvergrendeling en het beeld van het vervolg van de test.

Het effect van het water op de elektronische deurvergrendeling kan gekoppeld worden aan het moment waarop een bepaald component te water raakt. Dit kunnen de volgende componenten zijn:

- CAN Bus
- Raammotor met geïntegreerd Smart IO module
- Deurvergrendelingsknop (een enkel geval)

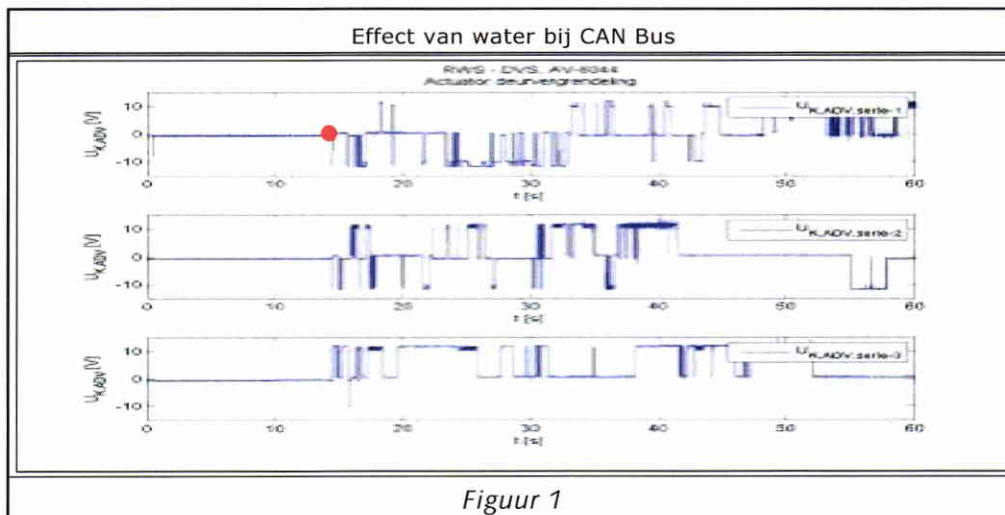
Een bijzondere constatering is dat de raammotor van invloed is op het functioneren van de deurvergrendeling. Dit is bijzonder omdat de raammotor in de testopstelling niet is opgenomen als kritische component van de deurvergrendeling. Toch heeft de raammotor invloed op de deurvergrendeling. Dit waren alleen raammotoren met een Smart IO module. In de andere gevallen heeft het water effect op de deurvergrendeling zodra de CAN Bus en in één geval de deurvergrendelingsknop in het water raakt. Ook bij de deurvergrendeling zie je dat de intelligente componenten over het algemeen een rol spelen.

Het vervolg van de test van de 9 automodellen waarbij water van invloed is op het functioneren van de elektronische deurvergrendeling, is wisselend. Het vervolg bestaat veelal uit relatief lange perioden

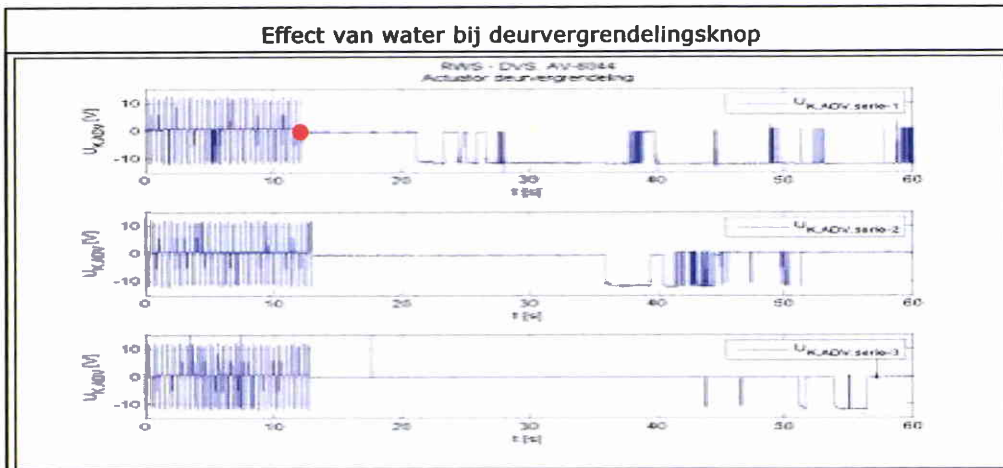
waarin de deurvergrendeling onbekrachtigd is. Deze perioden worden afgewisseld met elektronische ver- en/of ontgrendeling. Van deze 9 automodellen zijn er 5 waarvan de elektronische deurvergrendeling voor de gehele duur van alle tests onbekrachtigd of elektronisch ontgrendeld is, wat betekent dat de deur altijd mechanisch te openen is. Automodellen waarbij de elektronische deurvergrendeling continue elektronische vergrendelt, en waarbij het dus onmogelijk is voor de gehele duur van de test de deur mechanisch te openen, zijn niet voorgekomen. Bij de 4 automodellen waarbij de deur enkele perioden gedurende de test elektronisch vergrendelt (deur is niet te openen), is de langste periode ongeveer 10 minuten. Maar veelal zijn het kortere perioden. Op basis van de resultaten kan geconcludeerd worden dat het probleem dat autodeuren niet geopend kunnen worden door het effect van water gering is in vergelijking met hetzelfde probleem bij raambedieningen. Toch is bij enkele automodellen geconstateerd dat de deur door de invloed van water soms niet te openen is.

In figuur 1, 2 en 3 van tabel 4.6-2 zijn voorbeelden gegeven van spanningsverlopen van elektronische deurvergrendelingen. In de eerste twee figuren heeft het water effect op respectievelijk de CAN Bus en de deurvergrendelingsknop. In de derde figuur is een spanningsverloop weergegeven van een automodel dat naar behoren blijft functioneren. Per figuur zijn de resultaten van de drie tests van een automodel weergegeven. Met een rode bullet is het moment aangegeven waarop de betreffende component te water raakt en waarop een wijziging in het spanningspatroon ontstaat. De patronen van de spanningsverlopen zijn niet uniek voor de getoonde categorieën. Bij het lezen van de spanningsverlopen moet verder het volgende in acht worden gehouden:

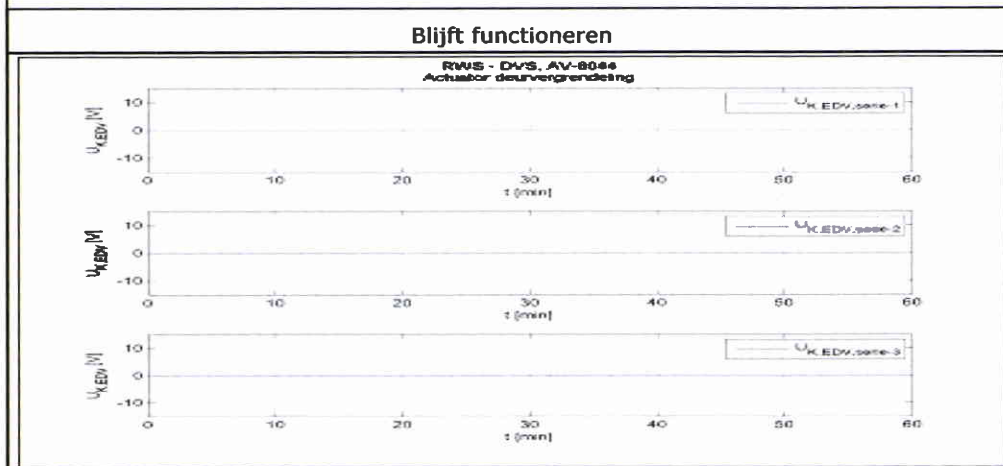
- De curve geeft de spanning aan in de elektronische deurvergrendeling en niet het ver- en ontgrendelen
- De maximum en minimum spanning komen overeen met het ver- en ontgrendelen van de elektronische deurvergrendeling



Figuur 1



*Figuur 2*



*Figuur 3*

*Tabel 4.6-1 Spanningsverloop van elektronische deurvergrendelingen*

In figuur 1 van tabel 4.6-1 wordt de deurvergrendeling afwisselend open en dicht gestuurd, maar is tevens lange perioden onbekrachtigd. In figuur 2 is te zien dat zodra de raammotor met Smart IO te water gaat, de deurvergrendeling stopt met functioneren. Later wordt de deurvergrendeling wisselend open gestuurd en/of is onbekrachtigd. In figuur 3 is er geen enkel effect te zien op het functioneren van de deurvergrendeling.

In tabel 4.6-2 is een overzicht opgenomen van de resultaten van het effect van water op het functioneren van de deurvergrendeling. Deze is ingedeeld naar de eigenschappen van de deurvergrendeling: volledig mechanisch, elektronisch zonder deurvergrendelingsknop, elektronisch met deurvergrendeling knop.

<b>Deurvergrendeling</b>		<b>Deurvergrendelingknop</b>	<b>Geen deurvergrendelingknop</b>	<b>Volledig mechanisch</b>	<b>Totaal</b>
<b>Omschrijving</b>	<b>Opmerking(en)</b>				
Toepassing in automodellen		8	9	2	19
In de testopstelling	Nee (altijd mechanische te openen)	1	3	2	6
	Ja	9	4	0	13
Effect van water	Functioneert niet meer naar behoren	8	1	0	9
	Blijft functioneren	0	4	0	4
Oorzaak disfunctioneren	Raammotor + Smart IO	5	0	0	5
	CAN Bus	2	1	0	3
	Deurbedieningsknop	1	0	0	1
Vervolg van de test	Open	2	0	0	2
	Afwisselend open en onbekrachtigd	3	0	0	3
	Afwisselend open, onbekrachtigd en dicht	3	1	0	4

Tabel 4.6-2 Compilatie van de resultaten: Deurvergrendeling

Behalve naar de testresultaten voor de reguliere elektronische deurvergrendeling is nadrukkelijk gekeken naar de functie 'Safe Lock', waarmee sommige automodellen zijn uitgerust. Dit is een functie waardoor de deuren zich onder andere automatisch vergrendelen bij een bepaalde snelheid. De geteste elektronische deurvergrendelingen met 'Safe Lock' zijn tweemotorig; één motor voor het reguliere circuit om deuren te ver- en ontgrendelen en één motor voor de functie 'Safe Lock'. Bij 4 van de 19 geteste automodellen is deze functie actief. In de testopstelling van deze automodellen zijn de kritische componenten van de deurvergrendeling, dus ook de 'Safe Lock' altijd opgenomen.

Voor het observeren van het optreden van 'Safe Lock' door contact met water is voor de gehele duur van de tests de spanning gemeten van de 'Safe Lock'-motor. Aangezien de toestand van de 'Safe Lock' (ver- of ontgrendelt) niet bij elke deurvergrendeling aan de buitenkant te zien is, heeft geen directe observatie plaats gevonden. Wel is na elke test (na 1 uur) gekeken of de deur nog met de hand te openen was, waarmee in ieder geval de eindstand van de 'Safe Lock' is gecontroleerd.

Normaal gesproken komt, net als bij de elektronische deurvergrendeling, een voldoende hoge 'pos' en 'neg' spanning in de 'Safe Lock'-motor overeen met het ver- en ontgrendelen van de 'Safe Lock'. Bij 1 test is echter (na de test) geconstateerd dat er een 'Safe Lock' is opgetreden zonder dat tijdens de test een voldoende hoge spanning is gemeten. Daarmee zeggen de spanningsverlopen in de 'Safe Lock'-motor, in ieder geval van dat specifieke automodel, niets over het wel of niet optreden van 'Safe Lock'. Bij een ander automodel waarbij 'Safe Lock' is opgetreden lijkt het spanningsverloop wel overeen te komen met het optreden van 'Safe Lock'. Echter, om één lijn te trekken, worden ook op basis van de spanningsverlopen van de "Safe Lock"-motoren van de andere automodellen geen conclusies getrokken over het wel of niet optreden van de " Safe Lock". Wel wordt middels de spanningsverlopen duidelijk dat bij alle 4 automodellen water effect heeft op de spanning in de 'Safe Lock'-motor.

Van de 12 tests (3 per automodel) kan met zekerheid gezegd worden dat in ieder geval bij 2 tests 'Safe Lock' is opgetreden, bij 2 verschillende automodellen. Dus bij 2 van de 4 automodellen is er bij 1 van de 3 tests een " Safe Lock" opgetreden. De deur is namelijk niet meer (mechanisch) te openen na de test.

*Conclusie:* Bij 4 automodellen komen tijdens de test perioden voor waarin de deur niet (mechanisch) te openen is. De langste periode is ongeveer 10 minuten, maar veelal zijn het kortere perioden. Bij de andere automodellen zijn er geen elektronische blokkades opgetreden waardoor de deur niet meer te openen zou zijn (5), had het water geen effect op het functioneren van de deurvergrendeling (4) of was de deurvergrendeling ondanks eventuele elektronische blokkades altijd te openen (6). Bij de 12 tests van de 4 automodellen met een 'Safe Lock', treedt er in ieder geval 2 keer (niet hetzelfde automodel) een 'Safe Lock' op.

Op basis van de resultaten kan geconcludeerd worden dat het probleem dat autodeuren niet geopend kunnen worden door het effect van water op de deurvergrendeling gering is in vergelijking met het probleem van de raambediening. De elektronische deurvergrendeling functioneert bij te water raken in veel gevallen echter niet meer naar behoren en is zelfs onbetrouwbaar. Dit leidt er bij enkele

---

automodellen toe dat de deur soms niet te openen is, waardoor ontsnappen uit een auto die te water is geraakt wordt bemoeilijkt.

## 4.7 Overige effecten van water

Bij de tests treden er veel verschillende bijeffecten op. Daarnaast is geconstateerd dat het water leidt tot flinke reacties op de printplaten van onder andere de CAN Bus.

### 4.7.1. Bijeffecten

De complexiteit van de CAN Bus maakt het soms noodzakelijk om een geheel voertuig naast de testopstelling te plaatsen. Deze CAN Bus geeft in een complex netwerk sturing aan veel verschillende componenten die alle een bepaalde functionaliteit hebben. Hierdoor treedt er bij het testen van de raambediening en deurvergrendeling onder water een breed scala aan onbedoelde bijeffecten op.

In tabel 4.7-1 is een overzicht gegeven van de overige effecten van contact met water op de voertuigelektronica.

Bijeffecten in tests	
1	Lampen, verlichting begint te branden
2	Sproei installaties voor ruitenwischer beginnen te werken
3	Ruitenwissers (voor/achter) beginnen te wassen
4	Claxon begint te werken
5	Koelfan van de radiator begint te draaien
6	Radio begint te spelen
7	Alle informatie lampjes op het dash board gaan branden
8	Achterklep springt open
9	Klepje voor de brandstofdop springt open
10	Sloten worden aangestuurd, zelfs zo langdurig dat oververhitting ontstond

*Tabel 4.7-1 Overige effecten van contact met water*

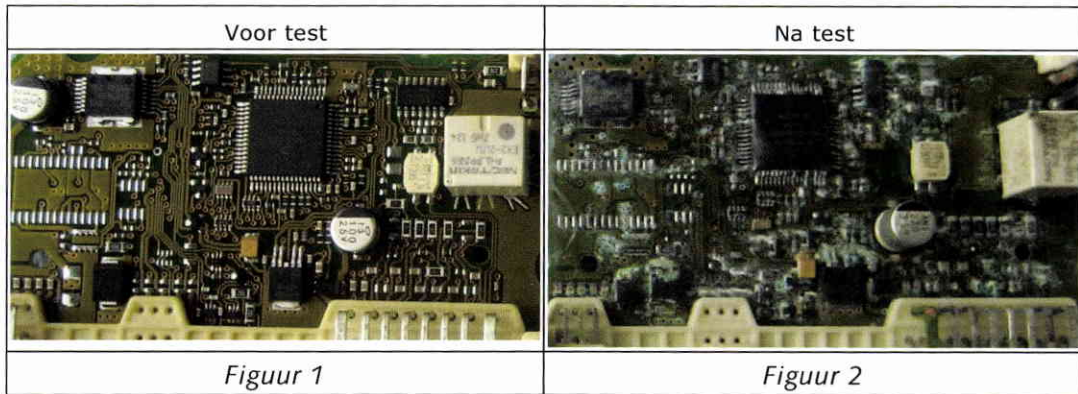
Uit de tests blijkt dat de raammotor met Smart IO invloed heeft op het functioneren van de elektronische deurvergrendeling. Dit is tevens als bijeffect te kenmerken, de raammotor is namelijk niet direct gekoppeld aan de deurvergrendeling. Andere componenten dan direct aan de raambediening en deurvergrendeling gekoppelde componenten kunnen bij contact met water dus mogelijk invloed uitoefenen op het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling. Dit bevestigt nogmaals de invalshoek van het onderzoek: Als de raambediening en deurvergrendeling juist functioneren tijdens de test wil dit niet zeggen dat er geen andere componenten zijn die het juist functioneren kunnen belemmeren wanneer een auto te water raakt. Zodra een gehele auto in het te water terrein komt, is het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling van automodellen met zeer complexe elektronica dus zeer onbetrouwbaar.

### 4.7.2. Reactie op de printplaat

Tijdens het onderzoek is naar voren gekomen dat in de meeste gevallen de elektronica ontregeld raakt na contact met water. Door de geleidbaarheid van het water gaat er een stroom lopen tussen kathode en anode, met als gevolg een kortsluiting.

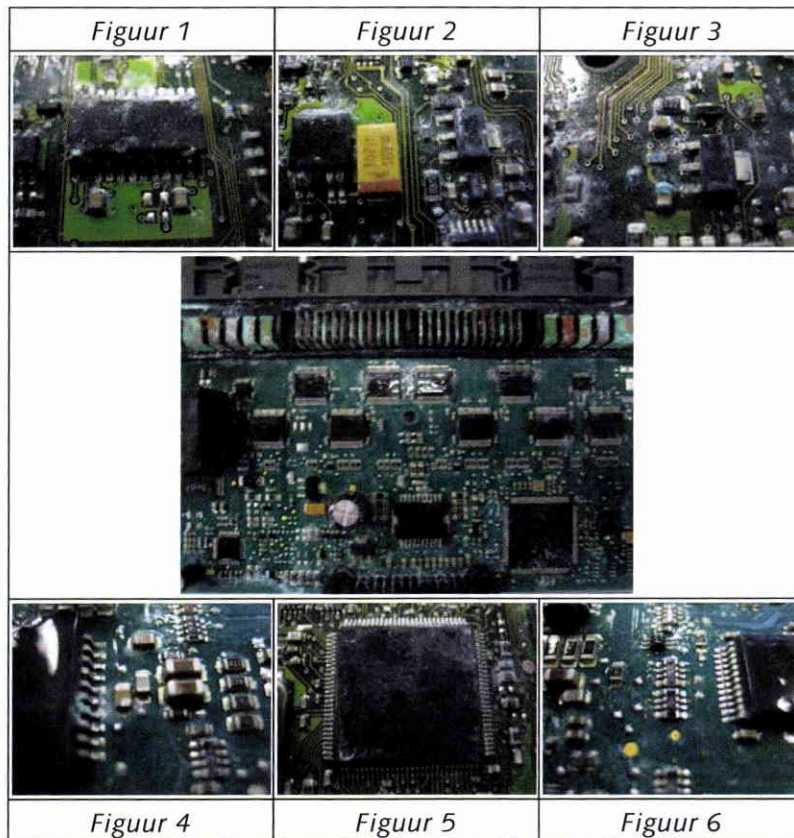
De elektronica op de printplaten wordt door een laklaag beschermd tegen invloeden van buitenaf (vocht, vuil, etc). Bij de tests is te zien dat deze beschermende laklaag na een uur onder water is aangetast. In figuur 1 van tabel 4.7-2 is een nieuwe printplaat weergegeven en in figuur 2 van deze tabel dezelfde printplaat na de test. Zichtbaar op de printplaat zijn de (groene) sporen waar de beschermende laklaag is

aangetast. Gevolg is dat de onderliggende elektronica niet meer afgeschermd is van het geleidende water en dat kortsluiting kan ontstaan.



*Tabel 4.7.2 Invloed van water op een printplaat*

Dit effect treedt niet alleen op bij soldeerverbindingen van IC's<sup>5</sup>, maar ook op de geëtste koperbaantjes tussen de IC's. Dits is te zien in figuur 1-3 van tabel 4.7-3. Als de printplaat in het water geraakt, ontstaat er feitelijk een directe verbinding tussen twee (of meer) direct naast elkaar lopende koperbaantjes (lead's). Een ander aspect van gesoldeerde elektronische componenten op een printplaat wordt zichtbaar gemaakt in de middelste figuur en figuur 4-6 van tabel 4.7-3. Bepaalde IC's, maar ook andere elektronische componenten (weerstand, condensatoren, transistoren, etc.) worden op een printplaat gesoldeerd via de daartoe bestemde 'pootjes'. Als deze 'pootjes' boven de laklaag uitkomen, ontstaat er kortsluiting als het geheel onder water komt.



*Tabel 4.7-3 Soldeerverbindingen op een printplaat*

<sup>5</sup> IC: Integrated Circuit of chip. Elektronische component, die een bepaalde gewenste functionaliteit herbergt

## 5. Generalisatie wagenpark in Nederland

Aan de hand van de testresultaten is bekeken hoe groot het risico is dat ramen en deuren van het Nederlandse wagenpark niet meer te openen zijn als een auto te water raakt. Daarnaast is gekeken naar de dag van morgen; welke voertuigontwikkelingen zijn van invloed op de onderhavige problematiek?

### 5.1 Opschalen naar het Nederlandse wagenpark

Voor het opschalen van de testresultaten naar het Nederlandse wagenpark is in eerste instantie gekeken hoe de testpopulatie zich verhoudt tot de Nederlandse populatie.

De samenstelling van de testpopulatie is gebaseerd op de verkoopcijfers in 2005 en 2006. De gehele lijst van verkochte merken en modellen omvat 348 voertuigen. Deze lijst wordt als representatief gezien voor de samenstelling van het gehele Nederlandse wagenpark. De 20 bestverkochte automerken hebben een marktaandeel van meer dan 90%. Van deze automerken zijn de bestverkochte automodellen in het onderzoek betrokken. Dit heeft een enorme variëteit aan voertuigen, componenten en elektronische configuraties opgeleverd.

Ook wat de verdeling over eenvoudige, luxe-, en middenklassevoertuigen betreft, komt de testpopulatie vrijwel overeen met het Nederlandse wagenpark. Dit is in tabel 5.2-1 weergegeven.

ClusterId	Merk	Type	% Aandeel	
			Project	2005/2006
Luxe voertuigen	Volvo	V50	26%	31%
	BMW	3-serie		
	Mercedes-Benz	A-klasse		
	Audi	A4		
	Hyundai	Tucson		
Middenklasse; groot	Peugeot	307	37%	35%
	Renault	Scenic		
	Citroen	C4		
	Ford	Focus		
	Volkswagen	Golf		
	Seat	Leon		
	Skoda	Octavia		
Middenklasse; klein	Fiat	Panda	26%	24%
	Toyota	Yaris		
	Suzuki	Swift		
	Mitsubishi	Colt		
	Nissan	Micra		
Eenvoudig	Chevrolet (GM)	Matiz	11%	10%
	Kia	Picanto		
Totaal	19		100%	100%

Tabel 5.2-1 Aandeel eenvoudige, luxe- en, middenklasse voertuigen

In het onderzoek zijn echter alleen nieuwe modellen getest. In tabel 5.2-2 is weergegeven uit hoeveel auto's het Nederlandse wagenpark bestaat op peildatum 1 januari van de jaren 2006 en 2007. Voor deze jaren is tevens het aantal nieuw verkochte auto's weergegeven. Als aangenomen wordt dat auto's die in de afgelopen twee jaar zijn verkocht nieuw zijn, dan bestaat het Nederlandse wagenpark voor ongeveer 13 % uit nieuwe voertuigen.

Jaar	Totaal 1 januari	Verkopen
2006	7,092,293	483,999
2007	7,230,178	504,275

Tabel 5.2-2 Omvang Nederlands wagenpark en nieuwe verkopen

Ondanks het testen van de automodellen die in Nederland het meest rondrijden en die overeenkomen met de Nederlandse verhouding eenvoudige, luxe- en middenklassevoertuigen, kunnen de resultaten niet één op één doorvertaald worden naar het totale Nederlandse wagenpark. Voornamelijk omdat in het onderzoek alleen nieuwe automodellen bij de tests zijn betrokken. Daarmee is het onduidelijk en moeilijk in te schatten bij hoeveel voertuigen op de Nederlandse wegen de ramen en deuren niet te openen zijn als ze te water raken. Wel geven de resultaten een reëel beeld van het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen bij contact met water. Met name bij de automodellen die uitgevoerd zijn met intelligente systemen (CAN Bus) heeft het water effect op het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling. De ramen kunnen daarbij vaak niet meer geopend worden. Over het totale wagenpark kan het volgende gezegd worden:

1. Als een auto te water raakt, is er een redelijke kans aanwezig dat ramen en deuren niet geopend kunnen worden.
2. De kans dat de ramen niet meer geopend kunnen worden, is groter dan de kans dat de deuren niet meer geopend kunnen worden.
3. Deze kans is groter bij automodellen die zijn uitgerust met intelligente systemen (CAN Bus)

## 5.2 Voertuigontwikkelingen in het wagenpark

Voertuigontwikkelingen zijn van invloed op de problematiek dat ramen en deuren niet geopend kunnen worden bij het te water raken van auto's. Met name ontwikkelingen op het gebied van de voertuigelektronica spelen een rol. Meer en complexere elektronica leidt over het algemeen tot een grotere kans dat water effect heeft op het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling.

### 5.2.1 Voortschrijdende toepassing van elektronica

Er worden steeds meer taken van de bestuurder overgenomen door elektronische systemen, doordat er steeds meer eisen worden gesteld aan veiligheid, comfort en beheersbaarheid van een auto. Een goed voorbeeld hiervan is de raambediening. Het klappaam is geëvolueerd naar een mechanisch op en neer gaand raam, dat vervolgens elektrisch bedienbaar is geworden. De ontwikkeling en toepassing van elektronica start in eerste instantie in de 'high end vehicles' of luxe- en topklasse voertuigen. Voertuigen in dit segment zijn vaak uitgerust met systemen die later hun weg vinden naar de meer eenvoudige voertuigen. De standaard voor de hoeveelheid elektronische systemen voor een voertuig verandert ook. Zo zijn de huidige generatie voertuigen uitgerust met een bepaalde vorm van centrale deurvergrendeling en zijn ramen (in ieder geval het raam van de bestuurder) elektrisch bedienbaar.

Op verschillende niveaus zijn in het voertuig intelligente systemen te onderscheiden:

- besturing en controle van de aandrijflijn
  - de motor (MMS<sup>6</sup> voor controle)
  - het rijdende gedeelte (ABS<sup>7</sup> voor remmen, ESP<sup>8</sup> voor stabiliteit, ACC<sup>9</sup> voor snelheidsbeheersing, etc.)

6 MMS: Motormanagementsysteem. Systeem dat de functionaliteit van een motor controleert en aanstuurt

7 ABS: Anti Blokkeer Systeem. Systeem dat een bestuurder ondersteunt in het maximaal gecontroleerd remmen

8 ESP: Electronic Stability Programm. Systeem dat een bestuurder ondersteunt om zijn/haar voertuig onder controle te houden in instabiele situaties (bijvoorbeeld rijden op een glad wegdek)



- 
- verlichting in al zijn functionaliteiten (koplampen, knipperlichten, rem-, mist- en achteruitrijverlichting, interieurverlichting, etc.)
  - informatieve systemen

Geen van de aangegeven systemen kunnen functioneren zonder sensoren (voor informatie over de status van hun directe omgeving) en actuatoren (beïnvloeden van hun directe omgeving). De gevraagde functionaliteit van deze sensoren en actuatoren in intelligente omgevingen is niet te realiseren zonder gebruik te maken van elektronica.

### 5.2.2. Toenemende complexiteit

Om taken van de bestuurder te kunnen overnemen is de ontwikkeling van zeer complexe systemen onvermijdelijk. Veelal moeten systemen daarbij inspelen op veranderingen in de omgeving. Enkele voorbeelden van complexe en intelligente veiligheidssystemen zijn:

- Een remsysteem dat zich voorbereidt op een naderende botsing ('brake assist').
- 'Adaptive cruise control' dat ingrijpt op de voertuigsnelheid omdat de voorligger te dichtbij komt.
- De aandrijflijn die constateert dat de banden links meer tractie hebben dan rechts, of dat de tractie rondom dreigt weg te vallen, waarna het systeem gas geeft of remt om de stabiliteit van het voertuig te garanderen.

Om te kunnen inspelen op de omgeving vindt er communicatie plaats tussen verschillende elektronische systemen in het voertuig. Informatie zoals gierhoeksnelheid (koersverandering rond de verticale as door het zwaartepunt van een voertuig) en de vertraging ten gevolge van het remmen zijn benodigde parameters die ook voor andere systemen worden gemeten zoals ESP, ABS, air-bag, enz. Zo haalt bijvoorbeeld ook 'Safe Lock' zijn informatie uit andere systemen om te kunnen functioneren.

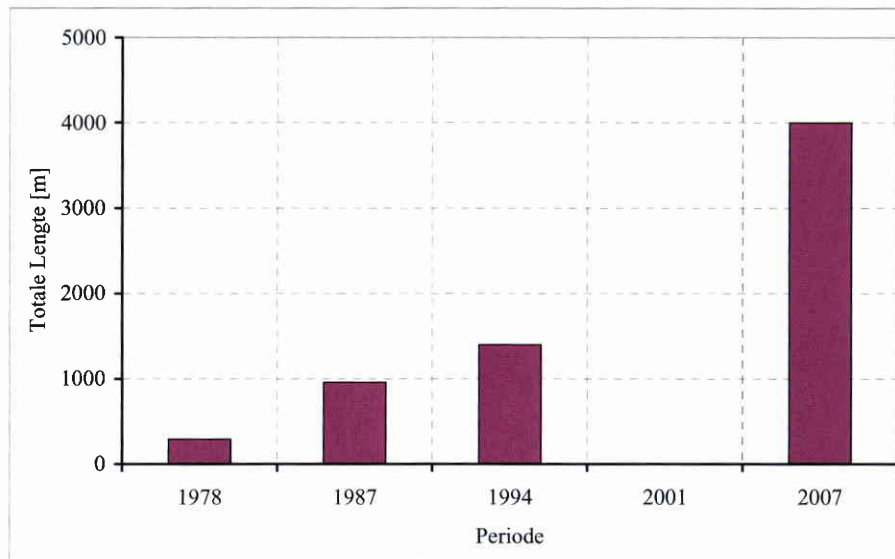
Een toename van de complexiteit van systemen hangt verder samen met de overweging om ruimte, omvang en gewicht van systemen te minimaliseren. In dit kader is de trend te zien dat in alle computersystemen (ook thuis) randapparatuur steeds meer intelligentie bevat. Ook in de auto-industrie komt intelligentie op lokale systemen steeds meer voor. Een direct gevolg is dat de intelligentie in het gehele voertuig verspreid is. Daarnaast zie je dat lokale intelligentie steeds meer geïntegreerd wordt met sensoren. Bijvoorbeeld:

- een versterker
- analytische bewerkingen, zoals calibratie
- uni- of bi-directioneel dataverkeer (up dates, status aflezen)
- draadloze verbindingen

De overweging om ruimte, omvang en gewicht van systemen te minimaliseren heeft ook betrekking op de hoeveelheid kabels. Een van de consequenties van de toename van systemen en sensoren is de toename van kabels en draden in een voertuig. In een studie van Ford [5] komt naar voren dat er in 1994 ruim 750 kabels in een voertuig zitten, met een totale lengte van 1,4km (zie figuur 5.2.4-1). Een huidige luxe-/middenklassevoertuig heeft tussen de 2,5 en 4 km draadlengte in het voertuig [6].

---

9 ACC: Adaptive Cruise Control. Systeem dat de rijnsnelheid van een voertuig constant houdt, maar aanpast als de situatie daarom vraagt (bijvoorbeeld als de afstand tot de voorligger beneden een bepaalde waarde komt)



*Figuur 5.2.4-1 Toename van de kabellengte in een voertuig*

Om de hoeveelheid kabels te beperken wordt het systeem anders geconfigureerd. CAN Bussystemen communiceren met actuatoren en sensoren via zogenaamde 'twisted pair'<sup>10</sup> bedrading. Door deze draden gaat een grote hoeveelheid data; verschillende signalen worden over dezelfde draad verstuurd. Waar vroeger voor elke functie een draad nodig was, volstaat nu een datalijn. Dit betekent een afname, of verminderde groei van de hoeveelheid kabels in een auto.

Om het gewicht en de stijging van de kosten tegen te gaan, wordt de bedrading dunner gemaakt. Daarbij ontstaat het probleem dat in een kabel te veel warmte wordt ontwikkeld bij het aansturen van bijvoorbeeld de elektromotor van de raambediening. Om te voorkomen dat een kabel smelt wordt door de CAN Bus de warmteontwikkeling in kabels gemonitord en wordt tijdig de energietransport in de betreffende kabel onderbroken. Dit heeft zich gemanifesteerd bij de raambediening van 3 automodellen in de tests. Het draaien van de raammotor eist een relatief groot vermogen. De dunne bedrading voor de aansturing van de raammotor wordt bij het meermaals bedienen van het raam erg warm, waardoor voor een periode het energietransport wordt onderbroken. Voor die periode zijn de ramen niet meer te bedienen. Overigens is er altijd een garantie voor een bepaald minimumfunctionaliteit.

<sup>10</sup> "Twisted Pair": 2 gevlochten draden voor bijvoorbeeld een CAN Bus systeem, de draden zijn gevlochten om storingen en gevoeligheid voor invloeden van buitenaf te beperken.

---

## 6. Andere oorzaken voor fouten

---

Los van de tests is een analyse gedaan naar oorzaken van fouten in de voertuigelektronica anders dan water en is gekeken naar de foutgevoeligheid van CAN Bussen specifiek.

### 6.1 Foutenbronnen

Een frequent voorkomende 'boosdoener', c.q. foutenbron, zijn systemen die door de gebruiker zelf of minder officiële installateurs achteraf in een (modern) voertuig worden ingebouwd. Enerzijds kunnen fouten ontstaan door het verkeerd aansluiten van systemen, anderzijds kunnen fouten ontstaan door de nabijheid van systemen die energie uitstralen.

#### Aansluiten nieuwe systemen

Een veel voorkomende fout wordt gemaakt in de aansluiting van massa verbindingen (bijvoorbeeld van een alarmsysteem of systeem voor cruise control). Door meerdere massa's van elektronische apparatuur met elkaar te verbinden, kan er potentiaal verschil geïntroduceerd worden of een aardlus ontstaan. Beide kunnen de werking van de aangesloten apparatuur verstoren, doordat de massa geen neutraal spanningsniveau heeft of referentie meer is, of omdat het gewenste en verwachte referentieniveau (de 12V) op de '+'pool beduidend lager is.

Een andere veelvoorkomende fout wordt gemaakt in het aansluiten van voedingsdraden. Omdat spanningsbronnen niet ruim voorradig zijn in een voertuig en de hoofdbron: de accu, niet altijd direct in de onmiddellijke omgeving aanwezig is, ligt het voor de hand de voeding ('+') van een bestaand apparaat te gebruiken. Niet zozeer het wederzijds beïnvloeden van het initieel en 'parasitair' aangesloten apparaat is hier het gevaar (hoewel dit niet uit te sluiten is). Er ontstaat voornamelijk een probleem als het 'parasitair' aangesloten apparaat extra vermogen vraagt (resetten, opstarten). Bij kritische accuspanning, of kritisch ingestelde apparatuur, daalt dan de spanning kort en kan beneden een bepaald niveau komen, waardoor het functioneren van andere systemen wordt beïnvloed.

#### Nabijheid nieuwe systemen

Elektronische apparatuur, zoals audiovisuele apparatuur en navigatieapparatuur kunnen onbedoelde effecten hebben en niet alleen ten gevolge van het aansluiten ervan. De invloed van dergelijke apparatuur op de elektronica in voertuigen is verschillend:

- Nieuwe apparatuur kan energie rondstrooien in de vorm van straling
- Bedrading kan onbedoelde antennewerking hebben, via zowel de voedingsaansluiting als de signaalbedrading

Hoewel in eerste instantie beide hiervoor genoemde aspecten onschuldig ogen, kunnen bepaalde effecten optreden die vervelende consequenties kunnen hebben:

- Autonom gaan werken van apparatuur
- Spontaan niet kunnen bedienen van apparatuur (bijvoorbeeld CAN Bus gestuurde raambediening en deurvergrendelingen) doordat de ontvanger/zender wordt gestoord

Deze effecten kunnen optreden doordat het energie uitstralende apparaat geïnstalleerd is in de buurt van een hoog ohmige ingang waarop een relatief lange draad is aangesloten. Het gevolg kan een spanningverschil zijn, met oncontroleerbare en onbedoelde effecten op andere systemen.

---

## 6.2 Foutgevoeligheid CAN Bus

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen twee verschillende CAN Bussystemen, te weten de hoge snelheidssystemen ('High Speed' of HS) systemen en de fouttolerante systemen ('Fault Tolerant' of FT). In één voertuig worden beide CAN Bussen toegepast. De HS CAN Bus wordt gebruikt voor snelle toepassingen zoals motormanagement systemen. De FT CAN Bus wordt vooral gebruikt voor de randapparatuur zoals raambediening en deurvergrendeling.

Een groot verschil tussen beide CAN Bussen qua foutgevoeligheid is, dat het ontbreken of uitvallen van (onderdelen van) systemen bij een FT CAN Bus niet direct tot gevolg heeft dat deze uitvalt. Bij de HS CAN Bus is dit wel het geval. Echter bij beide CAN Bussystemen kunnen foutieve signalen (bijvoorbeeld door verkeerd aansluiten van systemen) leiden tot oncontroleerbare en onbedoelde effecten.

## 6.3 Conclusie

Het zelf installeren van elektronische systemen in auto's kan zorgen voor verhoogde veiligheidsrisico's, onder andere voor het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling. Het gaat daarbij om systemen die geïntegreerd worden in het bestaande/reguliere systeem. De meest voorkomende fout wordt gemaakt in het aansluiten van voedingsdraden en massaverbindingen. Verkeerde massaverbindingen kunnen een potentiaal verschil doen ontstaan die het functioneren van de gekoppelde componenten kan beïnvloeden. Het toevoegen van systemen waarbij een koppeling gemaakt dient te worden met het elektronische systeem, zoals het achteraf monteren van centrale deurvergrendelingen, audioversterkers en trekhaken, moeten door deskundigen gedaan worden.

---

## 7. Verkeersongevallenregistratie

---

In het onderzoek is informatie uit de ongevallenregistratiebronnen verzameld in relatie tot de onderhavige problematiek. Hiermee is getracht om inzicht te krijgen in het voorkomen van en de merkgevoeligheid voor het probleem dat ramen en deuren niet te openen zijn door de invloed van water op de raambediening en deurvergrendeling. In het onderzoek zijn de navolgende registratiebronnen geraadpleegd: landelijke verkeersongevallenregistratie (MinVenW, DG Rijkswaterstaat), landelijke ongevalregistratieformulier (Nederlands Politie Instituut) en Processen-verbaal/ Verkeersongevallenanalyse (VOA).

### 7.1 Landelijke verkeersongevallenregistratie

Binnen het onderzoek is gebruik gemaakt van ongevallen- en letselgegevens uit de Landelijke Verkeersongevallenregistratie (VOR) van het ministerie van Verkeer en Waterstaat. Deze gegevens zijn gebaseerd op de politieregistratie van verkeersongevallen, welke hoofdzakelijk een juridisch kader bieden en gericht zijn op het beoordelen en vaststellen van de schuldvraag.

De VOR bevat geen uitputtende of gedetailleerde lijst van ongevallenmerken op basis waarvan conclusies kunnen worden getrokken over (potentiële) ontsnappings- of bevrijdingsproblemen als gevolg van disfunctionerende raambediening en deurvergrendeling. Bij het opmaken van een registratieset wordt onder andere volstaan met een standaard voorgeschreven set aan ongevallenmerken en een summiere toelichting op de toedracht van het ongeval. Ook deze toelichting blijken geen duidelijke aanwijzingen te bevatten voor het disfunctioneren van raambediening of deurvergrendeling. In het algemeen kan gesteld worden dat de VOR geen of onvoldoende informatie biedt over (de mate van) ontsnappings- of bevrijdingsproblemen van inzittende(n) en/of slachtoffer(s).

Wel wordt in de VOR geregistreerd welk automerk en -model betrokken is bij een ('auto te water'-) ongeval. De statistiek wijst uit dat de verdeling van automerken die betrokken zijn bij 'auto te water'-ongevallen met dodelijke afloop op hoofdlijnen overeenkomt met de lijst van de 20 best verkochte merken in Nederland in 2006. Dit duidt niet direct op het bestaan van merkgevoeligheid van auto's.

Bij verdere analyse van de ongevallen met een dodelijke afloop is getracht om inzicht te krijgen in de aansturing van ramen en deuren in het voertuig. Is de aansturing van ramen en deuren elektronisch of mechanisch? Dit blijkt echter een onmogelijke klus doordat dit niet in de VOR terug te vinden is en per merk en model talrijke (type-)uitvoeringen op de markt zijn gebracht.

### 7.2 Ongevalregistratieformulier Landelijke Melding Auto te Water

De ongevalregistratieformulieren voor de Landelijke Melding Auto te Water is een registratie die in 2005 door het Nederlands Politie Instituut (NPI) is opgezet om meer te weten te komen over het 'auto te water'-ongeval. Bij alle ongevallen waarbij een auto te water raakt vult de direct betrokken politiebeambte het registratieformulier in. Deze registratieformulieren zijn vrij gedetailleerd opgezet. Het biedt uitgebreide informatie over voertuigbijzonderheden – zoals stand van de deurvergrendelingsknoppen, aanwezigheid centrale deurvergrendeling en werking elektrische ramen – en beantwoordt een breed scala aan vragen die niet direct in andere bronnen (verkeersongevallen-registratieset, proces-verbaal en, in beperkte mate, verkeersongevallenanalyse) zijn terug te vinden.

---

De ongevalregistratieformulieren voor de Landelijke Melding Auto te Water bieden meer inzicht in het voorkomen van en de merkgevoeligheid voor het probleem dat ramen en deuren niet te openen zijn door de invloed van water op de raambediening en deurvergrendeling. Echter op dit moment worden lang niet alle ongevallen waarbij een auto te water raakt daadwerkelijk met dit formulier geregistreerd. In 2,5 jaar na aanvang van registratie zijn slechts 28 ongevalformulieren ingediend. Deze onderregistratie komt deels doordat ongevallen die in een sloot eindigen met laagstaand water of een droge greppel minder vaak worden geregistreerd. Daarnaast is naar verluid een meerderheid van de politiekorpsen in Nederland niet op de hoogte van het bestaan van deze formulieren, wat onderregistratie in de hand heeft gewerkt.

Er zijn ook kanttekeningen te plaatsen ten aanzien van de betrouwbaarheid en bruikbaarheid van de registratieformulieren. Het aspect betrouwbaarheid heeft daarbij betrekking op de vullingsgraad van het formulier en de consistentie van de antwoorden op de vragen die worden gesteld. Die indruk is gewekt door de tijd die verstrijkt tussen het moment van plaatsvinden van het ongeval en registratie aan de hand van het daartoe speciaal bestemde ongevalregistratieformulier. Uit onderzoek blijkt dat lang niet altijd alle onderdelen op het formulier (tijdig) ingevuld worden. Hetzij doordat er (te) lang wordt gewacht met het invullen ervan, hetzij doordat omstandigheden zich hebben voorgedaan waardoor de werking van raambediening en deurvergrendeling achteraf niet meer valt te controleren. Denk bijvoorbeeld aan de omstandigheid dat de bekabeling van een voertuig als gevolg van de aanrijding is vernield. De interne consistentie van de antwoorden is, uitzonderingen buiten beschouwing latende, in het algemeen goed. Denk bij uitzonderingen aan de omstandigheid dat het voertuig geheel onder water heeft gelegen en het formulier melding maakt van het gegeven dat de motor in/onder water heeft gelopen.

Op basis van het lage aantal registratieformulieren en de kanttekeningen ten aanzien van de betrouwbaarheid daarvan worden geen uitspraken gedaan over het voorkomen van en de merkgevoeligheid voor het probleem dat ramen en deuren niet te openen zijn door de invloed van water op de raambediening en deurvergrendeling.

### **7.3 Proces-verbaal / Verkeersongevallenanalyse (VOA)**

De veronderstelling dat de meer uitgebreide politiedossiers (processen-verbaal of verkeersongevallenanalyses) van ongevallen waarbij een auto te water is geraakt, meer gerichte informatie bevatten over de onderhavige problematiek, heeft er toe geleid om processen-verbaal op te vragen voor nadere analyse en onderzoek. De uitvraag bedroeg in totaal 89 processen-verbaal. In de response fase is echter gebleken dat het aantal geretourneerde processen-verbaal uiterst gering was. Het blijkt dat het opvragen van processen-verbaal in de regel een onomkeerbaar proces is. Het is dikwijls zeer moeizaam om een proces-verbaal van reeds afgehandelde zaken (afgesloten dossiers) te bemachtigen, omdat dit ertoe leidt dat het dossier na te zijn opgemaakt en afgesloten 'officieel' heropend moet worden. Desondanks is beschikking gekregen over zeven processen-verbaal waarvan twee met een verkeersongevallenanalyse van de Technische en Ongevallendienst.

Een proces-verbaal wordt in de regel niet standaard opgemaakt bij een ongeval met een auto te water. Dit is afhankelijk van de ernst van het ongeval, de letselernst van slachtoffers en de wijze van verkeersdeelname. Een Verkeersongevallen Analyse of kortweg VOA is een diepgaand onderzoek behorende bij een proces-verbaal. Een VOA onderzoek heeft (vooral) ten doel het:

1. vastleggen van de plaats van het ongeval;
2. uitvoeren van voertuigtechnisch onderzoek aan de betrokken ongevalvoertuigen, en;
3. het verschaffen van duidelijkheid over de mogelijke oorzaak, toedracht en gevolgen van het ongeval.

Het vorenstaande maakt duidelijk dat een (technische) verkeersongevallenanalyse een schuldvraag- en toedrachtsonderzoek is, wat door reconstructie en analyse van het ongeval tot stand komt. In VOA

---

onderzoeken blijkt afdoende aandacht besteed te worden aan de oorzaak en toedracht van een ongeval. De gevolgen van een ongeval, bijvoorbeeld het wel of niet kunnen openen van de deuren of ramen, wordt niet altijd voldoende belicht. In een enkel geval is vastgesteld dat het proces-verbaal van de verkeersongevallenanalyse aanwijzingen bevatten die duiden op problemen met het functioneren van raambediening en deurvergrendeling.

Hoewel processen-verbaal inzicht kunnen geven in de ontsnappings- of bevrijdingsproblemen van inzittende(n) en/of slachtoffer(s), kunnen deze niet het overzicht bieden van alle 'auto te water'-ongevallen. Hoewel met processen-verbaal meer inzicht kan worden verkregen over de kenmerken en (achterliggende) oorzaken van 'auto te water'-ongevallen, kan hiermee geen uitspraken gedaan worden over het voorkomen van en de merkgevoeligheid van het probleem dat ramen en deuren niet te openen zijn door de invloed van water op de raambediening en deurvergrendeling.

## **7.4 Conclusie**

Op basis van de verschillende ongevallenregistratiebronnen kunnen geen uitspraken gedaan worden over het voorkomen van en de merkgevoeligheid voor het probleem dat ramen en deuren niet te openen zijn door de invloed van water op de raambediening en deurvergrendeling. In de Landelijke Verkeersongevallenregistratie worden geen ongevalkenmerken geregistreerd waarmee inzichtelijk wordt of er zich ontsnappings- of bevrijdingsproblemen als gevolg van disfunctionerende raambediening en deurvergrendeling hebben gemanifesteerd. De ongevallenregistratie voor de Landelijke Melding Auto te Water zou meer inzicht kunnen bieden, op dit moment worden echter lang niet alle 'auto te water'-ongevallen daadwerkelijk met dit formulier geregistreerd. In 2,5 jaar na aanvang van deze registratie zijn slechts 28 ongevalformulieren ingediend. Processen-verbaal en Verkeersongevallen Analyse meer inzicht kunnen bieden, worden deze niet bij alle ongevallen opgemaakt, waardoor deze geen overzicht biedt van alle 'auto te water'-ongevallen.

Uit de Landelijke Verkeersongevallenregistratie blijkt wel dat de verdeling van automerken die betrokken zijn bij 'auto te water'-ongevallen met dodelijke afloop op hoofdlijnen overeenkomt met de lijst van de 20 best verkochte merken in Nederland. Dit duidt niet direct op het bestaan van merkgevoeligheid van auto's.

---

---



---

## 8. Conclusies

---

In onderhavig onderzoek is het effect van water op het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling voor een groot deel inzichtelijk gemaakt. Op basis van een in het onderzoek vastgesteld testprotocol zijn de kritische componenten van de raambedieningen en deurvergrendelingen van de bestverkochte modellen van de 20 bestverkochte automerken in Nederland getest. Een belangrijke invalshoek daarbij is dat als de raambediening en deurvergrendeling juist functioneren tijdens de test dit niet wil zeggen dat er geen andere componenten zijn die dit mogelijk belemmeren in de situatie dat een auto te water raakt. Functioneert de raambediening en deurvergrendeling niet naar behoren tijdens de test dan kan geconcludeerd worden dat deze bij te water raken van een auto dezelfde storingen vertonen.

Verder is gekeken wat de betekenis is van deze testresultaten voor het voertuigenpark van Nederland, is gekeken naar andere foutbronnen dan water en is onderzoek gedaan naar ongevallenregistratiebronnen.

Hier volgen de conclusies:

### **Bewustwording van de problematiek Auto te water**

De nauwe betrokkenheid van de importeurs bij het onderzoek en specifiek bij de test van hun automodel(len) heeft een extra winst opgeleverd voor het project Auto Te Water. Dit heeft geleid tot bewustwording, niet alleen van de algehele problematiek, maar ook van de problematiek van een specifiek automodel. De importeurs hebben allen zelf kunnen waarnemen welk effect water heeft op de raambediening en deurvergrendeling van hun eigen automodel(len). Voor veel importeurs was dit een eye-opener; ze gaven zelf aan dat met dit onderzoek een verbeterpunt aan het licht is gekomen.

### **Ramen in meeste gevallen niet te openen bij te water raken geteste automodellen**

Op basis van de testresultaten kan geconcludeerd worden dat in de meeste gevallen raambedieningen niet meer goed functioneren en onbetrouwbaar zijn na contact met water. Dit bemoeilijkt zondermeer het ontsnappen uit een auto die te water is geraakt.

Bij 2 van de 19 automodellen functioneert de raambediening voor de gehele duur van de tests naar behoren. Bij de andere 17 automodellen beïnvloedt het water het functioneren van de raambediening. De raammotor stopt in eerste instantie volledig en reageert niet op het bedienen van de raambedieningsknop. Dit is terug te leiden naar het te water raken van ofwel een component met intelligentie (CAN Bus of raammotor met Smart IO) ofwel de knop van de raambediening. Het vervolg van de test laat een wisselend beeld zien van activiteiten van de raammotor.

### **Deuren in enkele gevallen niet te openen bij te water raken geteste automodellen**

Op basis van de resultaten kan geconcludeerd worden dat het probleem bij autodeuren, dat ontstaat door het effect van water op de deurvergrendeling geringer is dan het probleem met de raambediening. De elektronische deurvergrendeling functioneert bij te water raken in veel gevallen echter niet meer naar behoren. Hierdoor kan de deur van enkele automodellen soms niet worden geopend, waardoor ontsnappen uit een auto die te water is geraakt wordt bemoeilijkt.

Bij 4 automodellen komen tijdens de tests perioden voor, waarin de deur niet (mechanisch) te openen is. De langste periode is ongeveer 10 minuten, maar veelal zijn het kortere perioden. Bij de andere automodellen zijn de deuren na contact met water wel te openen aangezien er ondanks de invloed van water geen elektronische blokkades optreden (5), ondanks eventuele elektronische blokkades de deur altijd te openen is (6), of omdat water geen effect heeft op het functioneren van de deurvergrendeling

---

(4). Bij de 12 tests van de 4 automodellen met een 'Safe Lock'<sup>11</sup>, treedt er in ieder geval 2 keer (niet bij hetzelfde automodel) een 'Safe Lock' op.

### **Accu's blijven operationeel bij te water raken geteste automodellen**

Zo goed als alle accu's die in de test gebruikt zijn, blijven operationeel ondanks het contact met water. Dit betekent dat de accu zo goed als uitgesloten kan worden als oorzaak voor het mogelijk niet kunnen openen van de ramen en deuren in water.

### **Als een auto te water raakt, is er een redelijke kans dat ramen en deuren niet te openen zijn, met name als de auto is uitgerust met intelligente systemen**

Ondanks het testen van de automodellen die in Nederland het meest rondrijden en die overeenkomen met de Nederlandse verhouding luxe, middenklasse en eenvoudige voertuigen, kunnen de resultaten niet één op één doorvertaald worden naar het totale Nederlandse wagenpark. Voornamelijk omdat in het onderzoek alleen nieuwe automodellen bij de tests zijn betrokken. Daarmee is het onduidelijk en moeilijk in te schatten bij hoeveel voertuigen op de Nederlandse wegen de ramen en deuren niet te openen zijn als ze in het water terechtkomen. Wel geven de resultaten een reëel beeld over het functioneren van raambedieningen en deurvergrendelingen bij contact met water. Met name bij de automodellen die uitgevoerd zijn met intelligente systemen (CAN Bus) heeft het water effect op het functioneren van de raambediening en deurvergrendeling. De ramen kunnen vaak niet meer geopend worden. Over het totale wagenpark kan het volgende gezegd worden.

- Als een auto te water raakt, is er een redelijke kans dat ramen en deuren niet geopend kunnen worden.
- De kans dat de ramen niet meer geopend kunnen worden, is groter dan de kans dat de deuren niet meer geopend kunnen worden.
- Deze kans is groter bij automodellen die zijn uitgerust met intelligente systemen (CAN Bus)

### **Zelf installeren van elektronische systemen in auto's kan zorgen voor verhoogde veiligheidsrisico's**

Het zelf installeren van elektronische systemen in auto's kan zorgen voor verhoogde veiligheidsrisico's; bijvoorbeeld het risico van slecht functionerende raambediening en deurvergrendeling. Het gaat daarbij om systemen die geïntegreerd worden in het bestaande/reguliere systeem. De meest voorkomende fout wordt gemaakt bij het aansluiten van voedingsdraden en massaverbindingen. Verkeerde massaverbindingen kunnen een potentiaalverschil doen ontstaan dat het functioneren van de gekoppelde componenten kan beïnvloeden. Het toevoegen van systemen waarbij een koppeling gemaakt moet worden met het elektronische systeem, zoals het geval is bij het achteraf monteren van centrale deurvergrendelingen, audioversterkers en trekhaken, moet door deskundigen gedaan worden.

### **Ongevallenregistraties bieden geen inzicht in disfunctioneren raambediening en deurvergrendeling**

Op basis van de verschillende ongevallenregistratiebronnen kunnen geen uitspraken gedaan worden over het voorkomen van en de merkgevoeligheid voor het probleem dat ramen en deuren niet te openen zijn door de invloed van water op de raambediening en deurvergrendeling. In de Landelijke Verkeersongevallenregistratie worden geen ongevalkenmerken geregistreerd waarmee inzichtelijk wordt of er zich ontsnappings- of bevrijdingsproblemen als gevolg van disfunctionerende raambediening en deurvergrendeling hebben gemanifesteerd. De ongevallenregistratie voor de Landelijke Melding Auto te Water zou meer inzicht kunnen bieden, op dit moment worden echter lang niet alle 'auto te water'-ongevallen daadwerkelijk met dit formulier geregistreerd. In 2,5 jaar na aanvang van deze registratie zijn slechts 28 ongevalformulieren ingediend. Hoewel door processen-verbaal en verkeersongevallenanalyses meer inzicht zou kunnen ontstaan, bieden ook deze geen goed overzicht, omdat ze niet bij alle ongevallen worden opgemaakt.

---

<sup>11</sup> 'Safe Lock' is een naast de reguliere elektronische deurvergrendeling bestaande vergrendeling en is een volledige blokkering van de deurvergrendeling zowel aan de exterieur- als interieurzijde van het portier

---

Uit de Landelijke Verkeersongevallenregistratie blijkt wel dat de verdeling van automerken die betrokken zijn bij 'auto te water'-ongevallen met dodelijke afloop op hoofdlijnen overeenkomt met de lijst van de 20 best verkochte merken in Nederland. Dit duidt niet direct op het bestaan van merkgevoeligheid van auto's.

---

---

---

## 9. Reacties importeurs

---

De importeurs van de 20 automerken die bij de tests betrokken zijn geweest, zijn in de gelegenheid gesteld om te reageren op de resultaten van de het onderzoek. De reacties zijn letterlijk opgenomen in dit hoofdstuk en zijn dan ook volledig de verantwoordelijk van de importeurs. Alleen BMW Group Nederland, Renault Nederland, Fiat Group Automobiles Netherlands en Toyota, Louwman & Parqui hebben een reactie gegeven.

### 9.1 Volkswagen concern (Volkswagen, Seat, Audi, Skoda)

Tijdens het ontwikkelen en de uitvoering van de tests is zeer veel geïnvesteerd in overleg en zorgvuldigheid. Ook met het feit dat de elektronische systemen middels een netwerk met elkaar in verbinding staan is adequaat rekening gehouden. Aangezien voor ongevallen waarbij voertuigen te water raken geen typische ongevaltoedracht bestaat, werd voor de tests een precies verloop gedefinieerd, dat één specifieke ongevalsituatie van vele mogelijke moest simuleren. Het betreffende verloop is aannemelijk en controleerbaar, maar vormt zelfs voor de gedefinieerde situatie slechts een zeer voorwaardelijke weergave van de werkelijkheid, aangezien er in de praktijk bij ongevallen nog tal van andere variabelen een rol spelen.

De bereikte resultaten ten aanzien van het gedrag van de centrale vergrendeling komen overeen met de verwachtingen: ongewenste storingen zijn niet zonder meer uit te sluiten, maar een acuut gevaar als gevolg van blokkeren van de deurvergrendeling is zeer onwaarschijnlijk.

De gelijktijdig uitgevoerde test met betrekking tot de elektrische ruitbediening leidt vrij duidelijk tot het resultaat dat vrijwel alle elektronische ruitbedieningssystemen bij contact met water niet meer functioneren. In de video-opnames van de uitgevoerde tests is duidelijk te zien dat de aandrijving van de ruitbediening onder invloed van water niet meer betrouwbaar is, hetgeen overeenkomt met het te verwachten gedrag van elektrische systemen bij contact met water.

Het Volkswagen concern neemt de resultaten van het onderzoek zeer serieus en zal verder blijven werken aan de optimalisering van de betreffende componenten in voertuigen om de mogelijkheid van storingen bij contact met water verder te beperken. Een veilig functioneren van de elektrische componenten onder water zal echter niet realiseerbaar zijn.

Met het oog hierop en op de geografische bijzonderheden in bepaalde regio's in Nederland (het grote aantal diepe sloten en kanalen langs de wegen), acht het Volkswagen concern het van belang om alle nieuwe voertuigen in Nederland uit te rusten met noodhamers, om de inzittenden van een voertuig dat bij een ongeval te water raakt en waarbij storingen optreden in de elektrische systemen, de mogelijkheid te bieden om het voertuig te verlaten via de raamopeningen. Het voertuig via de raamopeningen verlaten met behulp van een noodhamer is bijvoorbeeld in noodsituaties met autobussen sowieso de enige manier om het voertuig te verlaten, omdat de ramen normaliter niet geopend kunnen worden en de deuren voor veel passagiers te ver verwijderd zullen zijn.

Uit tests van verzekeringsmaatschappijen en automobielbonden is naar onze mening duidelijk gebleken, dat bij het te water raken van een voertuig het verlaten van het voertuig via de raamopeningen de enige mogelijke manier is voor (zelf)redding. Het openen van de deuren is als gevolg van de waterdruk praktisch niet mogelijk voordat het voertuig volledig onder water is, en zelfs na volledig ondergaan van

---

het voertuig is dit in voorkomende gevallen moeilijk te realiseren. Alle ons bekende aanbevelingen luiden op dit moment om het voertuig zo snel mogelijk te verlaten, en doorgaans is dit alleen mogelijk door de raamopeningen.

Onze Nederlandse importeur rust sinds geruime tijd alle nieuwe wagens van het concern uit met noodhamers en heeft daarmee vroegtijdig rekening gehouden met de bedenkingen van de geachte Minister.

## **9.2 Renault Nederland**

Zoals reeds vóór de test door Renault aangegeven, is een dergelijk onderzoek volgens Renault alleen goed uit te voeren als er een complete auto voor de test wordt gebruikt.

De resultaten van het uitgevoerde onderzoek kunnen afwijken van een praktijksituatie omdat bij het onderzoek alleen losse, niet in de auto gemonteerde, componenten zijn getest.

Bij alle in Nederland geleverde Renault modellen kunnen portieren altijd van binnenuit mechanisch worden ontgrendeld. Dit functioneert onafhankelijk van de werking van elektronische componenten.

Tegelijkertijd onderschrijft Renault het initiatief om een veiligheidshamer in de auto te monteren zodat bij eventueel niet functionerende ruitbediening de mogelijkheid aanwezig is een zijruit in te slaan. Hiertoe worden vanaf begin 2008 alle in Nederland geleverde Renaults voorzien van een veiligheidshamer

## **9.3 Volvo Cars Nederland**

Wij hebben met belangstelling kennis genomen van het conceptrapport "Raambediening en Deurvergrendeling" waarin ook de Volvo V50 als testvoertuig vermeld is.

De individuele testresultaten van de Volvo V50 zijn niet significant afwijkend van de andere geteste voertuigen en zijn op dit moment voor ons geen aanleiding voor inhoudelijk commentaar op de individuele testresultaten.

Wij zullen binnenkort, binnen de RAI-vereniging, het rapport bespreken en overleggen welke reactie vanuit de branche gegeven kan worden.

Het zal duidelijk zijn dat Volvo elke realiseerbare verbetering van de veiligheid van bestuurder en passagiers daarbij steunt binnen het kader van Europese richtlijnen voor de auto-industrie.

## **9.4 Toyota, Louwman & Parqui**

Toyota wenst samen met andere stakeholders te allen tijde verantwoordelijkheid te nemen voor de algemene verkeersveiligheid. Hierbij spant Toyota zich tot het best mogelijke in met als doel ontwerpen te creëren (gericht op actieve en passieve veiligheid) waardoor het aantal ongevallen, gewonden en doden in het verkeer gereduceerd kan worden. Toyota kan zich hierbij echter niet alleen beperken tot de ontwikkeling van nieuwe technieken die er op gericht zijn om veilig met een auto te rijden. Het gaat verder dan dat. Een echte bijdrage leveren aan de moderne eisen van de mobiliteit vereist een actieve deelneming in een grote verscheidenheid van veiligheidsinitiatieven in samenwerking met andere partijen in de maatschappij, zoals onder andere de overheid.

## **9.5 BMW Group Nederland**

Na bestudering van het testrapport zijn wij tot de volgende conclusie gekomen. De testen van de raambediening voor BMW zijn naar onze mening niet representatief om een uitspraak te kunnen doen over het openen van de ramen als de auto te water is.

---

Bij BMW is er sprake van een thermische beveiliging op raambediensmotoren. Ook in een 'droge' omgeving zullen de ruitstelmotoren, indien ze continue bediend worden, in noodloop komen om overhitting te voorkomen. Oftewel na een vaste tijd komt de raambediening in noodfunctie. Deze wordt aangestuurd door de elektronica van de auto en is NIET afhankelijk van de invloed van water. De uitslag van de test is dan ook gelijk als een meting op het 'droge'. Water heeft geen invloed gehad op de testresultaten.

De ramen moeten in 'natte' toestand nog geopend kunnen worden en niet, zoals in het onderzoek, permanent bedienbaar blijven. De normering van het aantal raambedieningen is derhalve niet relevant.

Daarnaast is niet onderzocht wat de invloed is van het drukverschil door het water dat aan de buitenkant op de ramen drukt als de auto nog niet is volgelopen. In een recent televisie programma op Discovery Channel werd aangetoond dat de wrijvingskrachten tussen raam en sponning in deze situatie zeer groot zijn waarbij zowel een mechanische zwengel als een elektromotor mogelijk kunnen falen. Onderzoek hiernaar zou meer inzicht kunnen geven.

Samenvattend vinden wij het onderzoek niet representatief en vormt het geen goed beeld van de werkelijke situatie die ontstaat als een auto te water raakt.

## **9.6 Suzuki Nederland**

In reactie op het conceptrapport "Raambediening en Deurvergrendeling" kunnen wij mededelen van mening te zijn dat de testen door de HAN Automotive conform het protocol zijn uitgevoerd.

Ten aanzien van het testrapport van de Suzuki Swift willen wij opmerken dat wij, inzake de in de samenvatting onder punt 2 vermelde conclusie, een andere waarneming hebben gedaan tijdens de test op 30 januari. De vermelde conclusie delen wij dan ook om die reden niet.

Verder zijn wij van mening dat op basis van het testprotocol slechts een indicatie kon worden verkregen of het functioneren van de bewuste systemen al dan niet door water beïnvloed wordt. In het vertrouwen dat dit bij alle deelnemende partijen binnen het project bekend was, hebben wij vanuit onze sociale verplichting richting onze klanten onze medewerking toegezegd.

Wat ons bijzonder verbaasd en teleurgesteld heeft, is de wijze waarop met de conclusies al op voorhand naar buiten is getreden door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Zonder enige nuance of uitleg over het project zijn de indicaties nu plotseling als waarheid verkondigd. Het effect hiervan op de markt en onze klanten moet nog blijken, maar wij zijn wel van mening dat wij bij eventuele volgende projecten terughoudender zullen reageren als er geen realistische praktijktest kan worden gegarandeerd.

---

## Referenties

---

Voor de opstelling van dit testprotocol zijn de volgende bronnen gehanteerd:

- [ 1 ] Omvang, aard en ernst van ongevallen met auto's te water, Een analyse van gegevens tot en met 2000, R-2002-28 I, door: Ir. L.T.B. van Kampen, Leidschendam, 2002, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
- [ 2 ] GUTACHTEN, Untersuchungen VW Golf III, dipl.-ing. (FH) Johannes Schneiders, Pavlos Trantafyllidis, 09.06.2006
- [ 3 ] <http://www.waterbase.nl/>, Waterbase site van Rijkswaterstaat, meetgegevens (alleen de gevalideerde gegevens van het MWTL (landelijk watermonitoringsprogramma)) van de Rijkswaterstaat database DONAR
- [ 4 ] TESTPROTOCOL, Raam- & deurvergrendelingen, Invloed van te water raken op de aansturing van raam en deurvergrendelingen, VERSIE 2.0 – AUGUSTUS 2007, Buning, L.R. ing., Kops, J.P. dr. ir., Merts, M. ing., Muijzer, J, Pauwelussen, J.P. dr. ir.,
- [ 5 ] CAN Bus implementatie in BTS systeem, J. Deckers, FORD, 2004
- [ 6 ] Automobilities, Mike Featherstone, Nigel Thrift, John Urry, SAGE 2004





RWS-AVV 000.00-2007

# TESTPROTOCOL



## *Raam- & deurvergrendelingen*

*Invloed van te water raken op de aansturing van raam en deurvergrendelingen*

**VERSIE 2.0 – AUGUSTUS 2007** (versiebeheer, zie projectplan)  
*Versie 1: Commentaar projectgroep (AVV, VOA-Haaglanden, Politie Amsterdam) verwerkt*  
*Versie 2: Commentaar werkgroep verwerkt*



RWS-AVV 000.00-2007

### Documentatie Input Formulier

**Titel** : Testprotocol: Raam & deurver-grendelingen; Invloed van te water raken op de aansturing van raam en deurvergrendelingen  
**Projectcode** :  
**Startdatum** : April 2007  
**Versie** : 2.0 (Augustus 2007)  
**Status** : Ontwikkeldocument

**Auteurs** : -Buning, L.R. ing.,  
: -Kops, J.P. dr. ir.,  
: -Meris, M. ing.,  
: -Pauwelussen, J.P. dr. ir.,

**Contractant** : Applied Research Laboratory - Automotive  
**Opdrachtgever** : Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer (RWS - AVV)  
**Opdrachtcode** : BfO 2006/26, project AV-6044

**Publicatiedatum** : <maand> 2007  
**Niet openbaar tot** : nader af te stemmen

**Aantal pagina's** : 24  
**Aantal bijlagen** : 3

## Samenvatting

Er zijn aanwijzingen uit ongevallen en eerdere onderzoeken dat onder invloed van het te water geraken, de aansturing van raam- en deurvergrendelingen van auto's verstoord, c.q. beïnvloed kunnen worden. Hiermee is het niet uit te sluiten dat de auto niet meer te openen is. Het is echter onduidelijk hoe vaak dit probleem voorkomt en of er specifieke (auto)merkevoeligheden bestaan. Daarnaast is onduidelijk op welke wijze het risicopotentieel van raam- en deurvergrendelingen onder invloed van water objectief kan worden aangetoond. In het kader van de veiligheid van voertuigen, is de impact van water op het functioneren van elektrische systemen een belangrijk aspect. Onderzoeken van TNO, RDW en de DEKRA geven aan dat de mogelijkheid op het optreden van een dergelijke storing reëel is. Bij laboratorium beproeving van onderdelen is dit bevestigd.

Gezien de beperkingen (o.a. alleen oudere voertuigen, zeer beperkte selectie van merken, alleen onderzoek naar deurvergrendelingen) van eerdere onderzoeken is er grote behoefte aan meer inzicht in welke mate dit probleem mogelijk speelt in het Nederlandse wagenpark. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat start dit onderzoek vanuit haar maatschappelijke verantwoordelijkheid voor de veiligheid van de inzittenden.

Het onderzoek moet een aanzet zijn van een ontwikkeling die er uiteindelijk toe moet leiden dat er minder mensen door problemen met raam- en deurvergrendelingen overlijden in auto's die te water zijn geraakt. Het ontbreken van een overzicht over de 20 best verkochte merken<sup>1</sup> en daarvan de best verkochte modellen, de merkevoeligheid, en het ontbreken van een testprotocol om die gevoeligheid objectief vast te stellen, bemoeilijkt het treffen van goede maatregelen om de verkeersveiligheid op dit punt te verhogen.

### Onderzoeksvraag:

Hoe groot is de kans op het blokkeren, in deze context niet functioneren. (FRANS: Of moeten we het woord "blokkeren" vervangen door "niet functioneren") van ramen en deuren onder invloed van water op de auto-elektronica, bij te water raken van auto's?

De aandacht richt zich op de top 20 best verkochte merken, waarvan telkens het best verkochte type wordt uitgekozen (Voertuigselectielijst AVV/RWS). Waarbij voor de uitvoering van het testprotocol slechts nieuwe componenten dienen te worden gebruikt.

Het onderzoek verloopt volgens een vast generiek protocol dat beschreven is in dit onderliggende document en is gebaseerd op eerder uitgevoerde protocollen van DEKRA. Het testprotocol in zijn eerste opzet is intern door de opdrachtgever (AVV/RWS) en partijen van de opdrachtnemer (HAN Automotive, Hts Electrotechniek & Industriële Veiligheid) uitvoerig geëvalueerd. Het testprotocol in zijn eerste opzet is intern door de opdrachtgever (AVV/RWS) en partijen van de opdrachtnemer (HAN Automotive, Hts Electrotechniek & Industriële Veiligheid) uitvoerig geëvalueerd. Op basis van een eerste (proef)test en de kennis van technici van automobiefabrikanten/importeurs wordt het generieke testprotocol vervolmaakt in een specifiek testprotocol.

De wijzigingen die op het generieke testprotocol kunnen plaatsvinden zijn beperkt tot:

- o specifieke plaatsing van onderdelen
- o gebruik van specifieke nog niet genoemde onderdelen
- o timing van handelingen
- o kleine veranderingen aan de testopstelling

Tijdens het testen dient ten alle tijden het opgestelde protocol als uitgangspunt. Andere testen en/of bewijzen van automobiefabrikanten kunnen als aanvulling dienen op de eigen testresultaten.

Dit project wordt uitgevoerd door HAN-Automotive, in samenwerking met het lectoraat Industriële Veiligheid en de afdeling Elektrotechniek van het Instituut Engineering<sup>2</sup>.

De resultaten zullen worden verwerkt in een eindrapportage, zoals beschreven in het vastgestelde Projectplan "Raam- en Deurvergrendelingen" van Rijkswaterstaat.

<sup>1</sup> Voor de evaluatie van het testprotocol ligt de focus op de 20 beste verkochte merken en daarvan de best verkocht types. In het projectverslag wordt een vertaling gegeven naar de totale populatie voertuigen en inhoud gegeven aan de statistische relevantie van de uitkomst.

<sup>2</sup> Alle genoemde afdelingen zijn onderdeel van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN)



Dit document bevat het testprotocol en is als volgt opgebouwd:

- o een korte inleiding, waarin in generieke zin de problematiek rond de raam- en deurbediening bij te watergeraken van het voertuig en de aanpak rond het testprotocol wordt geschetst
- o een proefbeschrijving, waarin in 19 stappen de proef beschreven wordt. Tevens is aangegeven welke meetpunten gebruikt dienen te worden en wat te doen met de CAN Bus (indien deze gebruikt wordt voor het raam en deursysteem. Tevens is een stappenschema gegeven voor de uitvoer van de proef
- o de gehele proefopstelling is beschreven, inclusief het toe te passen soort water en de geleidbaarheid. Ook wordt hier ingegaan op de meetinstrumenten en sensoren
- o De wijze van uitwerken en presenteren van de gegevens, c.q. resultaten worden toegelicht
- o Afsluitend zijn de gebruikte referenties

### *Inhoudsopgave*

<b>1.</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Proefbeschrijving.....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Proefopstelling .....</b>	<b>14</b>
3.1.	Onderdelen .....	14
3.2.	Omgeving .....	14
3.3.	Water .....	14
3.4.	Testbak .....	14
3.5.	Apparatuur.....	15
3.6.	Sensoren .....	15
3.7.	Voeding, spanningsbronnen .....	15
<b>4.</b>	<b>Gegevenspresentatie .....</b>	<b>16</b>
<b>5.</b>	<b>Referenties.....</b>	<b>17</b>
<b>Bijlage I</b>	<b>elektrische geleiding door een elektrolytoplossing .....</b>	<b>18</b>
<b>Bijlage II</b>	<b>Gegevenspresentatie: Analoge Componenten .....</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage III</b>	<b>Gegevenspresentatie: CAN Bus.....</b>	<b>22</b>

### **Begrippen**

Berichtenlijn Canalyzer	CAN bus datalijn. Datalijn voor de sensor en actuator opdrachten Analyzer voor CAN bus systemen, CAN bus berichten worden zichtbaar, zonder interpretatie
DAQ systeem	computer systeem dat in staat is signalen vast te leggen van externe sensoren en deze tijdsgerelateerd vast te leggen en op te slaan.
Data logger Geleidbaarheid	zie DAQ systeem zie bijlage I, uitgedrukt in Siemens/m (S/m), voor zoekwater wordt de eenheid mS/m (milliSiemens) aan gehouden, gezien de orde grootte van de getallen (voor zoetwater: 70-120mS/m).
Langsas	lijn die bepaald wordt door de denkbeeldige lijn door het rotatiemidden van beide voertuigassen
Montageplaat	Plaat waarop alle onderdelen van de deurvergrendeling een raambediening worden gemonteerd in een volgorde welke representatief is voor het te testen voertuig

### **Afkortingen**

$U_k$	Klemspanning tussen de positieve (+) pool en negatieve (-) pool van een elektrisch component
$U_{k,ERM}$	Klemspanning van de elektromotor voor raambediening
$U_{k,ADV}$	Klemspanning van de activator voor deurvergrendeling
$U_{k,VB}$	Klemspanning van de voertuigbatterij
$U_{k,CBC}$	Klemspanning van de voeding van de besturingsunit
$U_{k,CBCAU}$	Klemspanning van de analoge uitgang
$U_{k,CBCB}$	Spanningsverloop op de berichtenlijn

### **Subscripts**

$K$	Klemspanning
$ERM$	elektromotor voor raambediening
$ADV$	activator voor deurvergrendeling
$VB$	voertuigbatterij
$CBCV$	CAN bus Controller; Voeding
$CBCAU$	CAN bus Controller; analoge uitgang
$CBCB$	CAN bus Controller; berichtenlijn

## 1. Inleiding

Het beschreven protocol is een vereenvoudiging van de werkelijkheid; het is niet noodzakelijk om het gehele voertuig in een waterbad onder te dompelen. De versimpeling bestaat eruit dat alle onderdelen op een 'plaat' worden gemonteerd (hierna te benoemen als montageplaat), welke daarna in water wordt ondergedompeld.

Met deze benadering kunnen de resultaten niet één op één vertaald worden naar de werkelijkheid, de resultaten zijn in die zin meer indicatief. Wat wel een realistischer beeld oplevert, is het onderlinge vergelijk; een voertuig dat in de test slecht presenteert, zal dat ook in de praktijk doen.

Het uitgangspunt bij het te water geraken van een voertuig is gekozen op basis van onderzoek van het SWOV (zie ref. 1) wordt in dit protocol gevormd door de volgende aspecten:

- Uitgegaan wordt van auto's met de aandrijflijn voorin (top 20 automerken, top 20 auto's)
- het voertuig rijdt rechthoek (in de richting van de snelheid) het water in
- de neus van de auto komt eerst in het water
- als de achterzijde van het voertuig het water raakt, zakt het voertuig rechtstandig naar beneden
- standaard gewichtsverdeling
- 1 inzittende, te weten de bestuurder
- Gestandaardiseerde chain of events (zie ook hoofdstuk 2):
  - het gehele motorcompartiment loopt gelijk vol
  - portier loopt daarna langzaam vol
  - iets trager loopt ook het passagierscompartiment vol
- geen gesimuleerde schade door bv een crash, etc.

Het uitgangspunt bij de keuze voor onderdelen is het eerder afgeronden onderzoek, zoals gerapporteerd in de werknootie: Foutenanalyse waterimpact: theorie en praktijk (zie ref. 2).

Primair is hier dat elke vertragende werking ten gevolge van de opbouw c.q. constructie van het portier op de penetratiegraad van het water ten opzichte van de elektronica hiermee wordt vermeden.

Door de hoge toegankelijkheid van het te testen object, kan op deze wijze eenduidig vastgesteld worden of de elektronica nog functioneert. De vertragende werking ten gevolge van de opbouw c.q. constructie, dwz kwaliteit van raam- en deurrubbers sluiten van de deur in de carrosserie, de mate waarin de bekleding binnendringend water stopt, etc., zal in een latere fase van het overkoepelende project binnen de organisatie van de opdrachtgever geadresseerd worden.

In eerste instantie wordt alleen de bestuurdersportier getest. Als de overige portieren bewezen beïnvloed worden vanuit het portier aan de bestuurderszijde, of een falende functionaliteit vertonen als het portier aan de bestuurderszijde uitvalt, moeten deze elk separaat getest worden.

Uit het rapport (zie ref. 2): Foutenanalyse waterimpact: theorie en praktijk, blijkt dat specifieke componenten, apart in een waterdichte omhullende constructie in het portier zijn opgenomen. Als een bepaalde component bewezen afgeschermd is van water, dan moet dit component inclusief waterdichte afscherming worden getest.

De wijze waarop de onderdelen gemonteerd worden op de montageplaat, wordt bepaald door de wijze waar deze in de portier en het passagierscompartiment (er zijn voertuigen met een regelenheid (comfortunit) onder het dash board, of schakelaars in de middenconsole) zijn aangebracht en de geometrische hoogte positie.

De volgorde waarin de respectievelijke onderdelen worden ondergedompeld, is daarmee afhankelijk van de hoogte van montage in bijvoorbeeld de portier. Zo wordt er bijvoorbeeld zorg voor gedragen dat een centrale besturingseenheid die in het personencompartiment gemonteerd is, hoger op de montageplaat wordt geplaatst dan de overige componenten en derhalve als laatste wordt ondergedompeld. Hiermee wordt een vertraging gesimuleerd waarmee het water het personencompartiment binnendringt. Uiteraard staat dit los van de tijdsperiode die verstrijkt tussen het moment van het te water geraken en het daadwerkelijk binnendringen van het water in het persoonscompartiment



Waar noodzakelijk en mogelijk zal ook een complete Can Bus worden gemonteerd. Uitgangspunt hierbij is dat getest moet worden zonder alle in een auto aan de CAN-bus bevestigde onderdelen. Indien dit leidt tot het disfunctioneren van de CAN bus zal in overleg met de autoimporteurs naar een oplossing worden gezocht. Voor de CAN bus gelden twee controle aspecten; het uitvallen van de energievoorziening (voeding, spanningsbron) en ten tweede het uitvallen/veranderen de commandofunctionaliteit. Het eerste heeft tot gevolg dat de gehele unit uitvalt en het tweede is het gevolg van uitvallen van de elektronica op de printplaat van de CAN bus of van de CAN Bus controller zelf. Omdat de analoge uitgang niet "beheerd" wordt door de CAN Bus controller, kan in het tweede geval de analoge uitgang van de CAN bus unit nog steeds functioneren.

Een ander aspect is de berichtenlijn naar verschillende sensoren en actuatoren. Het spanningsniveau van deze verbinding is afhankelijk van de berichten die verstuurd worden. In dit geval moet een zogenaamde analyzer worden toegepast.

Een identieke batterij als die van het te testen voertuig, wordt gebruikt in de test en is de enige voeding (spanningsbron) voor de te testen componenten.

Voor het beoordelen van de functionaliteit van het bedieningssysteem als geheel wordt een eenvoudig PC-systeem gebruikt voor de vergaring van gegevens. Het systeem moet in staat zijn om gegevens van aangesloten sensoren tijdsafhankelijk op te slaan.

Voor de gegevenspresentatie is in bijlage II en III het formaat aangegeven en is gebaseerd op Microsoft Office 2003, Excel.

Voor het onderzoek wordt (speciaal) water toegepast met een bepaalde en bewezen relevantie voor het openbare zoete water (niet zijnde zwembaden, etc) in Nederland. Het zoete water in Nederland heeft een geleidbaarheid van ca 70 tot 120 mS/m (zie ref. 3: <http://www.waterbase.nl/>) In bijlage I is een overzicht gegeven van de berekening van de geleidbaarheid, afhankelijk van de samenstelling.

De geleidbaarheid van water wordt bepaald volgens NEN-ISO 7888:1994: "Water- Bepaling van het elektrisch geleidingsvermogen", tevens staat in de NEN-ISO 7888 beschreven hoe er voor temperatuur gecorrigeerd kan worden.

Het opstellen van het protocol en het testen m.b.v. het protocol wordt uitgevoerd door HAN-Automotive, in samenwerking met het lectoraat Industriële Veiligheid en de afdeling Elektrotechniek van het Instituut Engineering<sup>3</sup>, Voor de reflectie op het protocol en de testen is input geleverd door:

1. de Autoimporteurs
2. een eerder uitgevoerd onderzoek door DEKRA en
3. stuurgroepleden van het project

<sup>3</sup> Alle genoemde afdelingen zijn onderdeel van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN)



## 2. Proefbeschrijving

Onderdelen worden gemonteerd op een montageplaat (roestvrijstalen of aluminium geperforeerde plaat) in overeenstemming met de positie van de onderdelen in het portier, waarbij de volgende regels gehanteerd moeten worden:

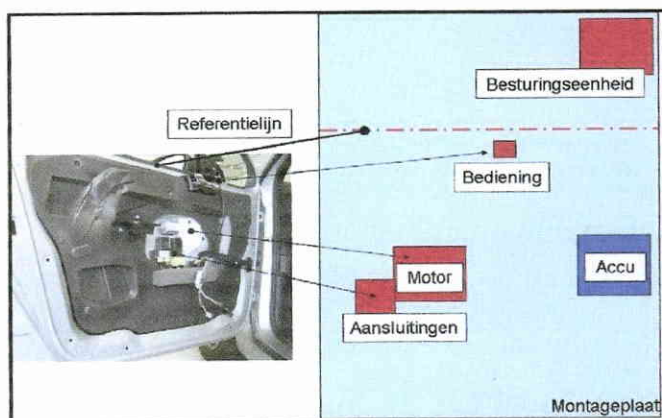
1. De referentielijn (zie figuur 2.1: Referentielijn) is gelegen in het vlak van het portier, en wordt gevormd door de scheidingslijn tussen het doorzichtige (raam) en het ondoorzichtige (onderste portierdeel) gedeelte, parallel aan de langsas van het voertuig
2. de positie van voertuigbatterij op de montageplaat hangt af van de plaats in het voertuig
  - a. deze komt onderaan de montageplaat als de voertuigbatterij in het motorcompartiment geplaatst is
  - b. als de voertuigbatterij binnen de contouren van de omhullende van het gesloten gedeelte van de carrosserie (bijvoorbeeld: in de kofferbak, passagierscompartiment of bagageruimte van het voertuig), dan krijgt deze op de montageplaat een positie boven de referentielijn (zie figuur 2.1)
3. de positie van een besturings/control-e eenheid (CAN Bus, etc.) op de montageplaat, hangt af van de plaats in het voertuig:
  - a. is deze gepositioneerd in het personencompartiment, dan krijgt deze op de montageplaat een positie boven de referentielijn (zie figuur 2.1)
  - b. is deze gepositioneert in het motorcompartiment, dan krijgt deze op de montageplaat een positie naast de voertuigbatterij (zie figuur 2-1, "accu")
  - c. van de besturings/control-e eenheid wordt alleen die functionaliteit benut die in directe verbinding staat met de raambediening en de portiervergrendeling, hetzij voor de voorportieren of de achterportieren

Bij het gebruik van onderdelen moet op het volgende gelet worden:

4. er wordt alleen van **nieuwe, originele** onderdelen gebruik gemaakt
  - a. in verband met reproduceerbaarheid en betrouwbaarheid worden minimaal 3 sets aangeleverd en getest
  - b. bij twee opeenvolgende gelijke test uitkomsten is de test geëindigd en wordt de meest voorkomende resultaat van de separate testen, als einduitslag beschouwd (zie §4 van dit protocol)
5. uitgangspunt is dat in de test het contact aanstaat:
  - a. ingeval van een zogenaamd contactslot, kan dit gesimuleerd worden door een directe spanningsbron
  - b. in geval van een intelligent contactslot moet worden nagegaan welke functionaliteit in relatie staat tot raam en deurbeveiliging.
6. bij het gebruik van een kabelboom die buiten de bediening van de ramen, deuren, audio, etc., die aftakkingen heeft naar apparatuur die zich niet in de deur bevind(en), worden de aftakkingen waterdicht afgebonden
7. bij elektrische aansluitingen ten behoeve van de data-acquisitie op enig onderdeel van het te testen systeem, moeten waterdichte aansluitingen worden gebruikt
8. voor de belasting van de elektromotor van de raambediening moet een equivalente belasting toegepast worden. Dit kan gerealiseerd worden door:
  - a. het corresponderende raam in geleiders toepassen
  - b. een gewicht/massa die equivalent is aan het raamgewicht + wrijvingsverliezen in de geleiding, als belasting toepassen

De wijze waarop de elektrische componenten in het portier zijn verwerkt is van invloed op de wijze waarop de componenten op de montageplaat worden bevestigd.

9. als elektrische componenten in een bewezen waterdicht compartiment in het portier zijn geplaatst getest, dan:
  - a. monteren van een volledig geëquipeerd portier op de montageplaat en getest
  - b. of dan moeten deze componenten:
    - i. mits deze los toegeleverd kan worden: inclusief deze waterdichte afscherming worden getest
    - ii. is deze niet separaat leverbaar: in overleg met de voertuigleverancier en keurende instantie, in een waterdichte afscherming testen
10. overige wijze van monteren:
  - a. de componenten worden op de montageplaat geplaatst, in overeenstemming met hun geometrische hoogte positie in het werkelijke voertuig ten opzichte van de referentielijn (zie figuur 2.1)



Figuur 2-1 Portier versus Montageplaat; positie van de te testenonderdelen

- i. voor de componenten in het portier geldt dat de geometrische hoogtepositie ten opzichte van de referentielijn rechtstreeks overgenomen moet worden
- ii. voor componenten in het motorcompartiment geldt dat deze dusdanig geplaatst worden dat zij als eerste het wter in gaan
- iii. voor componenten op overige posities: **zie opmerking 2b**

Bedieningen van (indien aanwezig) elektrische systemen voor deurvergrendeling en raambediening tijdens de test:

11. De deurvergrendeling aan de binnenkant van het portier moet 1\* per ca. 10s worden bediend vanaf buiten de testbak
12. het raam moet direct opeenvolgend bediend worden, waardoor een continue sluit/open cyclus ontstaat
13. voor de bediening van de genoemde componenten zijn verschillende opties beschikbaar, welke afhankelijk van de lokale situatie voor de test ingezet kunnen worden:
  - a. primair geldt dat de verschillende opties geen invloed hebben op het verloop en de uitkomst van de test:
  - b. pneumatisch: gebruik van kleine cilindertjes, afsteuning ervan vindt plaats op de montageplaat

- c. indien pneumatische componenten niet aanwezig zijn, mag ook voor een mechanische oplossing worden gekozen

De deurvergrendeling start altijd in de positie: "open", tenzij:

- 14. er sprake is van een "car jacking" systeem, waarbij boven een bepaalde snelheid het voertuig op slot springt. In dit geval wordt start de test met de deurvergrendeling "op slot"
  - a. uitzondering hierop is een voertuig dat uitgerust is met "collision information sensors", die de deurvergrendeling open kunnen sturen in geval van een ongeluk. Uitgangspunt hierbij is (of: de aanname hierbij is) dat de klap waarmee het voertuig het water raakt, voldoende is om dit systeem te activeren en de deurvergrendelingen open gestuurd worden.
- 15. ook als een voertuig is voorzien van een zogenaamd "safe lock", wordt de test gestart met "niet geactiveerde safe lock" (een open deurvergrendeling)

Voor de voeding (spanningsbron) voor de te testen componenten wordt een voertuigbatterij gebruikt, welke identiek is aan de voertuigbatterij in het te beoordelen voertuig. Hierbij gelden de volgende voorwaarden:

- 16. het is de enige voeding voor de te testen componenten
- 17. het is een nieuwe batterij
- 18. er heeft 1 volledige ontlad en laad cyclus plaatsgevonden
- 19. de batterij wordt na het laden, 24u geconditioneerd (druppellading) op omgevingstemperatuur, alvorens te worden ingezet in de test
- 20. voorafgaand aan de feitelijke test, dient te worden vastgesteld, dat de gebruikte accu de juiste boordspanning levert
- 21. noteren van deze accuspanning en de capaciteit
- 22. De meetpunten worden gevormd door:
  - a. Batterijspanning
  - b. spanning naar de elektromotor van de raambediening
  - c. spanning op de actuatoren:
    - i. van de deurvergrendeling
    - ii. raambediening

Na aansluiting van de meetpunten op het DAQ systeem en het starten van de data logger, wordt de montageplaat met de te testen onderdelen in het water onder gedompeld. Hierbij wordt de voorgeschreven daalsnelheid aangehouden.

Gedurende de test worden de gegevens van de sensoren van de aangegeven meetpunten vastgelegd in de data-logger. Bij het gebruik van een CAN Bus moet een zogenaamde analyzer ("CAN Bus DataLogger") toegepast worden om de berichten op te kunnen nemen.

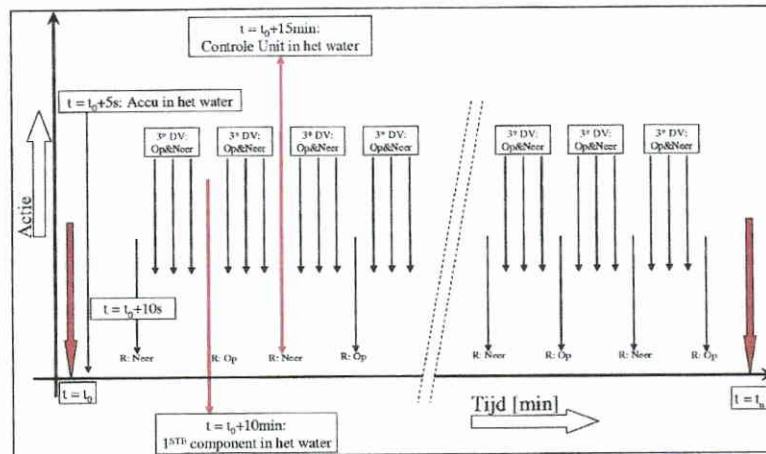
Bij de (noodzakelijke) inzet van een CAN Bus of besturings/controle eenheid moet op de volgende punten worden gelet:

- 23. alleen de aansluitingen benutten die relevant zijn voor de raambediening en de deurvergrendeling
- 24. CAN Bus apparaat aansluitingen die niet relevant zijn:
  - a. waterdicht afsluiten
  - b. simuleren
  - c. sensor meenemen in de testCentraal staat hier de functionaliteit van het apparaat; deze moet behouden blijven, ook de onderlinge wisselwerking met overige aangesloten apparatuur (trancievers)

NB Sensoren die in het voertuig aanwezig zijn en die via de CAN Bus invloed uitoefenen op het functioneren van raambediening en deurvergrendeling, en die niet direct en eenduidig met de te onderzoeken portieren verbonden zijn, worden niet mee genomen in het onderzoek!

De test begint zodra de montageplaat het water raakt en eindigt pas als geen der elektrische onderdelen meer functioneert, waarbij een maximale tijdsspanne dient te worden aangehouden van maximaal 1 uur. Tot 10s voor het begin en 10s na het einde moeten de gegevens worden opgeslagen. Gedurende de test wordt van de proefopstelling een video-opname gemaakt, waarbij tijd en datum eveneens worden geregistreerd.

Figuur 2-2 geeft een overzicht van de handelingen en de timing van een test.



Figuur2-2 Timing schema testproef

**Toelichting**

- o de in de test gebruikte voertuigbatterijen moeten eerst volledig worden ontladen en geheel geladen. Vervolgens op tijdstip  $t = t_0 - 24u$ , aan een conditioneringslading gezet worden. Gedurende de 24u wachttijd, kunnen:
  - de testopstelling opgebouwd worden
  - onderdelen geplaatst
  - water klaargemaakt (per test wordt nieuw water gebruikt)
- o Op tijdstip:  $t = t_0$  begint de test
- o Omdat de motorruimte het eerst gevuld wordt met water, komt na  $t = t_0 + 5s$  de accu in het water
- o Na  $t = t_0 + 10s$ , starten van een oneindigende cyclus:
  - Raam (R) Neer + 3(bedienen deurvergrendeling (DV)) + R: Op + 3(DV)
- o Na  $t = t_0 + 10$  minuten dringt het eerste water van bovenaf de deur in en komt het eerste en laagst geplaatste component in het water
  - Vanaf hier wordt een stijgsnelheid van het water (daalsnelheid van de montageplaat in het water) van 1m/minuut aangehouden
- o Na  $t = t_0 + 15$  minuten is het water in het passagiers compartiment voldoende gestegen. Op dit moment komt de controle unit/CAN Bus in het water. Ook een eventuele voertuigbatterij die niet in het motorcompartiment is geplaatst (zie opmerking 2b), wordt dan ondergedompeld in het water.



RWS-AVV 000.00-2007

- o Omdat het bekend is van sommige voertuigen dat zij enige tijd kunnen drijven, alvorens te zinken is een totale maximale testtijd van 60 minuten aan gehouden: Op  $t = t_0$ , eindigt de test ( $t_0 = t_0 + 60\text{min}$ )

### 3. Proefopstelling

#### 3.1. Onderdelen

Voor het uitvoeren van de test zijn een beperkt aantal onderdelen nodig. In de werknootitie (zie ref 2): Foutenanalyse waterimpact: theorie en praktijk, is verslag gedaan van het onderzoek uitgevoerd door IIAN Automotive, in opdracht van Rijkswaterstaat, naar de onderdelen die in portieren gemonteerd zijn en die functioneel in het bedieningssysteem van raam- en deurvergrendelingen opgenomen zijn.

Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat minimaal de volgende onderdelen moeten worden gebruikt:

1. electromotor voor de raambediening, raam + geleiding
2. actuator deurvergrendeling + mechanische bediening
3. connectoren
4. kabelbo(o)m(en) dit is inclusief CAN indien noodzakelijk??
5. bedieningspanelen en bedieningselementen
6. indien gemonteerd:
  - a. safe lock
  - b. bedieningselementen inclusief printplaat

Speciale aandacht moet worden besteed aan massacontacten; parasitaire massa's kunnen versturende effecten hebben op apparatuur (CAN Bus, etc.) dit in de kring zijn opgenomen (zie ref 2).

#### 3.2. Omgeving

Als testomgeving wordt een ongeconditioneerde ruimte bedoeld, op kamer temperatuur ( $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) en normale relatieve vochtigheid, Re ( $25 - 45\% \pm 5\%$ ).

Klimaatbeheersing wordt niet dwingend voorgeschreven.

#### 3.3. Water

Het te gebruiken water in het testbad wordt bepaald aan de hand van NEN-ISO 7888:1994: "Water- Bepaling van het elektrisch geleidingsvermogen", en is gedefinieerd op de volgende punten:

- |                   |  |
|-------------------|--|
| 1. Geleidbaarheid | : 100mS/m                                    |
| 2. Temperatuur    | : $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ |

Voor het onderzoek wordt zoet water toegepast met een bepaalde en bewezen relevantie voor het openbare zoete water (niet zijnde zwembaden, etc) in Nederland. Het zoete water in Nederland heeft een geleidbaarheid van ca 70 tot 120 mS/m (zie ref. 3: <http://www.waterbase.nl/>) In bijlage III is een overzicht gegeven van de berekening van de geleidbaarheid, afhankelijk van de samenstelling.

Tevens staat in de NEN-ISO 7888 beschreven hoe er voor temperatuur gecorrigeerd kan worden.

#### 3.4. Testbak

Er is uitgegaan van een eenvoudige testopstelling. Het waterbassin wordt gevormd door een willekeurige bak waarin de volledige montageplaat ondergedompeld kan worden. Bijvoorbeeld kunststof, waardoor er geen kortsluiting kan ontstaan tussen elektrische delen op de montageplaat en de feitelijke bak.

Voor het onderdompelen dient een hijs/takel inrichting aanwezig te zijn, die een minimale dompelsnelheid van **0,95 m/min** en een maximale dompelsnelheid van **1,05 m/min** haalt.

### 3.5. Apparatuur

De volgende parameters dienen te worden geregistreerd met behulp van een eenvoudig data-acquisitiesysteem (DAQ) systeem:

1. Datum
2. Tijd
3. Omgevingsparameters:
  - a. Luchtdruk
  - b. Relatieve vochtigheid
  - c. Temperatuur
4. Objectparameters:
  - a.  $U_{KERM}$  van de elektromotor voor raambediening
  - b.  $U_{KADV}$  van de activator voor deurvergrendeling
  - c.  $U_{KVB}$  van de voertuigbatterij
5. in geval van een CAN bussysteem:
  - a. Ingang:  $U_{K,CBCV}$  van de voeding van de besturingsunit
  - b. Uitgang
    - i.  $U_{K,CBCAL}$  van de analoge uitgang
    - ii.  $U_{K,CBCL}$  van de berichtenlijn

### 3.6. Sensoren

Voor de omgevingsdruk en de relatieve vochtigheid wordt een gecombineerde sensor gebruikt:

1. Merk : [REDACTED]
2. Type : [REDACTED]
3. p : [REDACTED] [Bar]
4. Re : [REDACTED] [%]

er mag ook een gescheiden sensoren gebruikt worden, waarbij minimaal de specificaties van de gecombineerde sensor gehanteerd moeten worden.

Voor de omgevingstemperatuur wordt een PT100 gebruikt, temperatuurbereik: -260°C tot 850°C, in een 4-draadsaansluiting. Deze dient tevens als referentie.

Voor de watertemperatuur wordt een thermokoppel gebruikt:

Omschrijving	Opmerkingen	
1 Legering van de polen	Pluspool	Minpool
	Chromel	Alumel
2 SI-eenheden	Ni - Cr	Ni - Al
3 Type aanduiding	K	
4 Tempereurbereik	-270 - 1372 °C	
5 Uitgangsspanning	-6,458 .. 54,886 mV	
6 Kleurcode van de stekkers	IEC	ANSI
	Groen	Geel

Tabel 3.5 Specificaties Thermokoppel

### 3.7. Voeding, spanningsbronnen

De spanningvoorziening van alle apparatuur en systemen die niet tot de onderdelen van het te testen voertuig behoren, moeten apart gevoed worden (een eigen of externe voedingsbron hebben). Zij mogen onder geen beding hun energievoorziening uit de te testen batterij halen.

#### 4. Resultaat en Gegevenspresentatie

Als resultaat van de proef geldt:

1. Het spanningsverloop op de aansluitpunten van de analoge componenten en de CAN Bus, weergegeven volgens bijlage I en 2
2. De tijdsspanne waarin de functionaliteit van de raambediening onveranderd is ten opzichte van de begin situatie en de tijdsspanne waarin de volledige functionaliteit van de raambediening verloren gegaan is (met een maximum van 60 minuten)
3. De tijdsspanne waarin de functionaliteit van de deurvergrendeling onveranderd is ten opzichte van de beginsituatie en de tijdsspanne waarin de volledige functionaliteit van de deurvergrendeling verloren gegaan is (met een maximum van 60 minuten)

Voor de uitwerking van de meetresultaten zijn in bijlage I en II de grafieken aangegeven die gebruikt worden voor de gegevenspresentatie.

De gegevens van de analoge componenten, zoals de elektromotor voor de deurvergrendeling, actuator voor de deurvergrendeling, de voertuigbatterij, etc. worden gegroepeerd per portier.

De gegevens van een CAN bus controller worden per unit weergegeven.



## 5. Referenties

Voor de opstelling van dit protocol zijn de volgende bronnen gehanteerd:

- [ - 1 - ] SWOV rapport: Omvang, aard en ernst van ongevallen met auto's te water, ir. L.T.B. van Kampen, R-2002-28 I
- [ - 2 - ] Werknotitie; Foutenanalyse waterimpact: theorie en praktijk, 2007, Buning, L.R., Tillema, F., Hattem, van J. Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- [ - 3 - ] <http://www.waterbase.nl/>

## Bijlage I elektrische geleiding door een elektrolytoplossing

(Bron: Ben Dijkhuis, Natuurwetenschappelijke afdeling van het PSG Da Vinci, Purmerend)

De elektrische stroom van elektrolytoplossingen (dat wil zeggen, oplossingen van zouten en/of zuren) wordt getransporteerd via geleiding door negatieve en positieve ionen.

Zoals voor de elektronengeleiding in metalen, geldt ook voor geleiding van elektrolytoplossingen, de **wet van Ohm**:

$$U = I * R \quad (\text{form.: 1})$$

We kunnen voor de weerstand  $R$  ook schrijven:

$$R = \rho * \frac{l}{A} \quad (\text{form.: 2})$$

De elektrische weerstand van een met een elektrolytoplossing gevulde buis, is recht evenredig met de lengte ( $l$  in m) van die buis en omgekeerd evenredig met de doorsnede ( $A$  in  $\text{m}^2$ ) ervan. De factor  $\rho$  wordt de soortelijke weerstand genoemd (eenheid:  $\Omega \cdot \text{m}$ )

Bij conductometrische toepassingen is het de gewoonte om te werken met de geleidbaarheid ( $G$ , eenheid:  $\Omega^{-1}$  of S (siemens)). Deze grootheid wordt verkregen door de reciproke waarde van de weerstand  $R$  te nemen:

$$G = \frac{1}{R} = \gamma * \frac{A}{l} \quad (\text{form.: 3})$$

Hierin is  $\gamma$  de soortelijke geleiding of conductiviteit (eenheid:  $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1} = \text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ ). Naar analogie met de soortelijke weerstand, is de conductiviteit gedefinieerd als de geleiding van een, met een elektrolytoplossing gevulde buis, waarvan de lengte 1 m en de doorsnede 1  $\text{m}^2$  bedraagt.

Invloeden op de geleiding van elektrolytoplossingen: de molaire geleidbaarheid

Het geleidingsvermogen van een elektrolytoplossing is, naast de temperatuur en kleine invloeden die veroorzaakt worden door interacties tussen de ionen onderling, in belangrijke mate afhankelijk van: **de ionenconcentratie**.

Het vermogen om elektrische stroom te geleiden neemt toe naarmate de concentratie van ionen groter wordt.

Elk iontype heeft een eigen specifieke bijdrage aan de mate, waarin de oplossing in staat is om elektrische stroom te geleiden. Met deze kennis kunnen we een nieuwe grootheid definiëren, n.l. de molaire geleidbaarheid,  $\Lambda$ . Deze grootheid is evenredig met de soortelijke geleiding  $\gamma$  en omgekeerd evenredig met de concentratie  $c$ :

$$\Lambda = \frac{\lambda}{c} \quad (\text{form.: 4})$$

Hierbij is de concentratie  $c$  uitgedrukt in  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$  en molaire geleidbaarheid  $\Lambda$  in  $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Een deel van de ladingstransport wordt veroorzaakt door de positieve ionen (kationen) en deels door de negatieve ionen (anionen). Dit heeft tot gevolg dat de molaire geleidbaarheid  $\Lambda$  opgesplitst kan worden in de bijdragen van de afzonderlijke ionen. Hiervoor moeten we de grootheid **molaire iongeleidbaarheid** ( $\lambda$ ) invoeren.

Onderstaande tabel toont voor een aantal ionen de molaire iongeleidbaarheid.

#	Kathionen	$\lambda$	Anionen	$\lambda$
1	H <sup>+</sup>	34,982	OH <sup>-</sup>	19,80
2	Li <sup>+</sup>	3,869	F <sup>-</sup>	5,54
3	Na <sup>+</sup>	5,011	Cl <sup>-</sup>	7,634
4	K <sup>+</sup>	7,352	Br <sup>-</sup>	7,84
5	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	7,34	I <sup>-</sup>	7,68
6	Ag <sup>+</sup>	6,192	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	7,144
7	½Mg <sup>2+</sup>	5,306	½SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	7,98
8	½Ca <sup>2+</sup>	5,950	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	6,80
9	½Sr <sup>2+</sup>	5,946	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	4,09
10	½Ba <sup>2+</sup>	6,364	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,81
11	½Pb <sup>2+</sup>	7,3	½C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	7,3
12	½Cu <sup>2+</sup>	5,38		

Molaire iongeleidbaarheid:  
 $10^{-3} \Omega^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  (T=298 °K)

Tabel B.I-1 Molaire ion-geleidbaarheid

Voorbeeld: De molaire geleidbaarheid van een NaCl-oplossing is als volgt te berekenen:

$$\Lambda_{\text{NaCl}} = \lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-} \quad (\text{form.: 5})$$

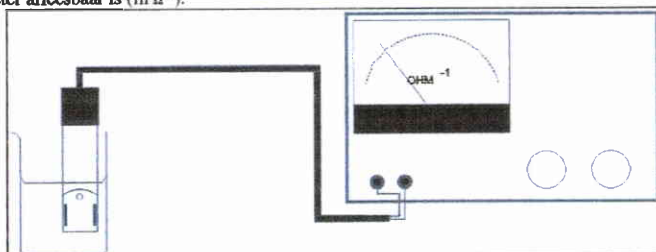
Voor de soortelijke geleidbaarheid geldt dus:

$$\lambda = c \cdot (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}) \quad (\text{form.: 6})$$

Meer algemeen:

$$\gamma = ([A]\lambda_A + [B]\lambda_B + [C]\lambda_C) = \sum_{k=1}^{k=n} c_k \cdot \lambda_k \quad (\text{form.: 7})$$

Met behulp van een conductometer (zie figuur B.I-1) is men in staat om de geleiding van elektrolytoplossingen te meten. Aan het apparaat wordt een z.g.n. geleidbaarheidscel aangesloten, dit is een glazen buis die is voorzien van een tweetal platina-elektroden. De cel wordt in de te meten oplossing gedompeld, waarna de geleidingsvermogen direct op de meter afleesbaar is (in  $\Omega^{-1}$ ).



Figuur B.I-2 Een conductometer waarop een geleidbaarheidscel is aangesloten.

De gevoeligheid is op veel meters door middel van een keuzeknop instelbaar. Dit maakt het mogelijk om zeer kleine tot grote waarden te meten (b.v.  $0,20 \times 10^{-6}$  tot  $1,00 \text{ a}^3$ ). Wanneer het noodzakelijk is kan de gevoeligheid stapsgewijs worden verhoogd tot de meter een goed afleesbare uitslag geeft.

De geleidbaarheidscel is zodanig geconstrueerd dat de afstand ( $l$ ) tot de elektroden overal even groot is, en de oppervlakte ( $A$ ) van beide elektroden gelijk.



**Figuur B.1-2** Schematische voorstelling van de geleidbaarheidscel.

Volgens (3) geldt:

$$\gamma = \frac{1}{R} * \frac{l}{A} = G * \frac{l}{A} = G * \theta \quad (9)$$

$\theta (=l/A)$  wordt de **celconstante** genoemd. Bij een bekende celconstante, kan men de soortelijke geleiding direct berekenen uit de gemeten geleiding  $G$ .

De molaire geleidbaarheid ( $\Lambda$ ) te berekenen uit (4) en (9):

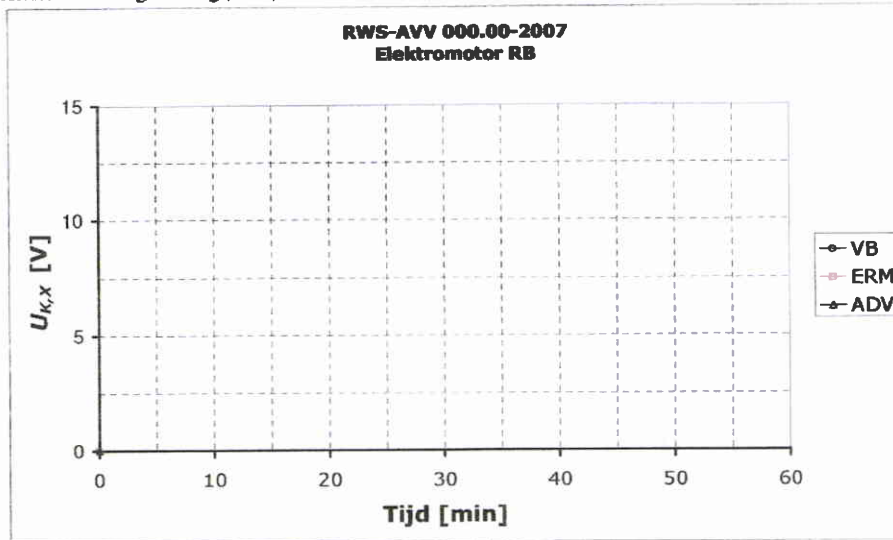
$$\Lambda = \frac{\gamma}{c} = \frac{\theta * G}{c} \quad (\text{form.: } 10)$$

**Bronnen**

- o F. Freese, W.E. van der Linden; **Electrochemische Analysemethoden**, 3e druk; Elsevier, Amsterdam/Brussel; 1981.
- o **BINAS**; 3e druk; Wolters-Noordhoff, Groningen; 1992.

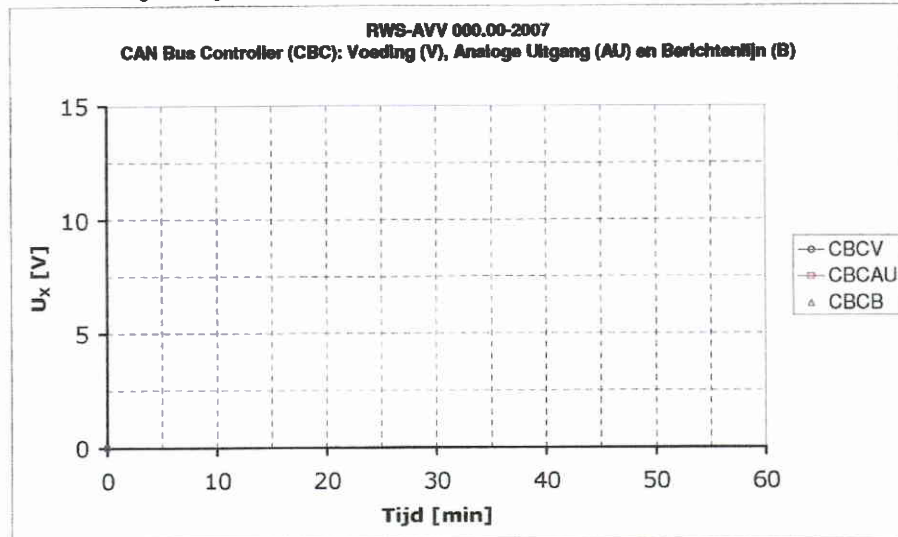
## Bijlage II Gegevenspresentatie: Analoge Componenten

Voertuigbatterij (VB)  
Elektromotor Raambediening (ERM)  
Actuator Deurvergrendeling (ADV)



### Bijlage III Gegevenspresentatie: CAN Bus

Voertuigbatterij (VB)  
Elektromotor Raambediening (ERM)  
Actuator Deurvergrendeling (ADV)





RWS-AVV 000.00-2007

Versie 2.0 [Augustus 2007]

23 van 24

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT  
**Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer**

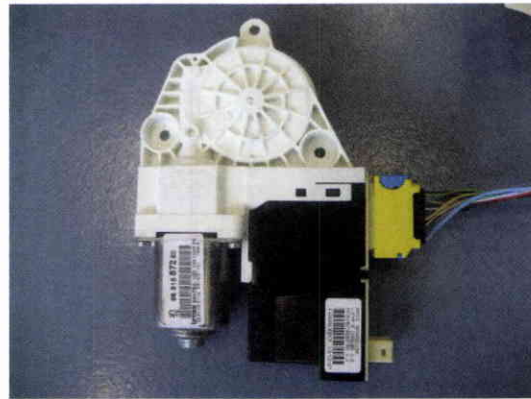
*postadres*  
postbus 1031, 3000 BA Rotterdam  
*bezoekadres*  
Boopjes 200, 3-- XX Rotterdam  
T: (+31 10) 282 56 00  
F: (+31 10) 282 56 40  
E: Frans.tillema@rws.nl  
I: [www.rws-rvv.nl](http://www.rws-rvv.nl)



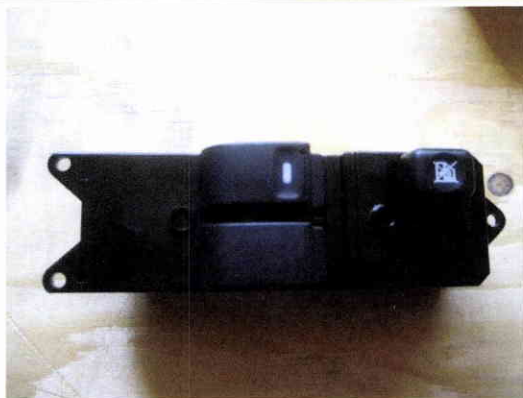
## Bijlage B Componenten van de raambediening

---

### Raammotoren



### Bedieningsknoppen

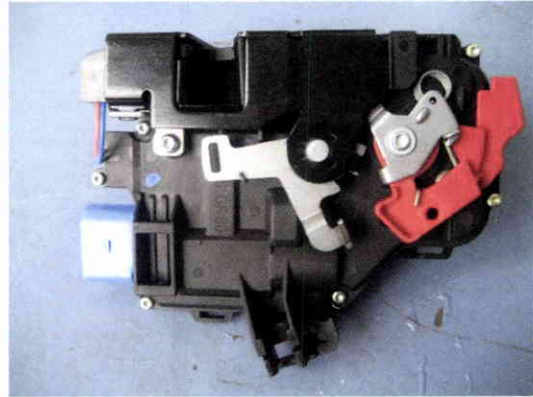


# Bijlage C CAN Bus systemen

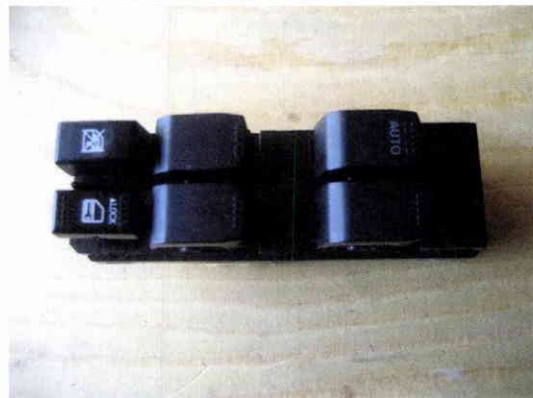


Bijlage D Componenten van de deurvergrendeling

Deurvergrendelingen

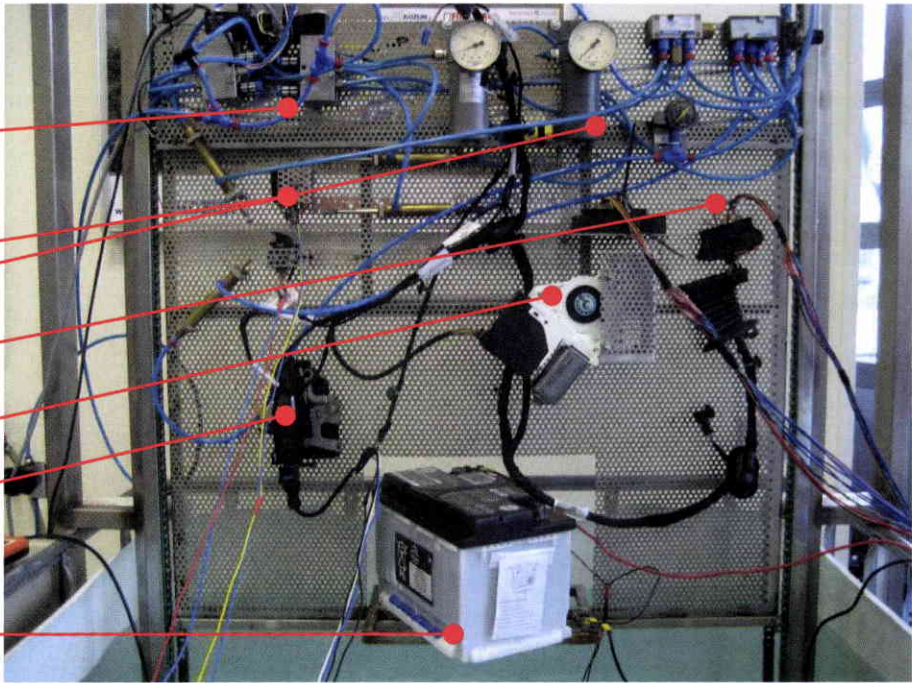


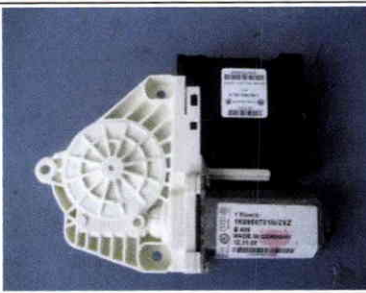

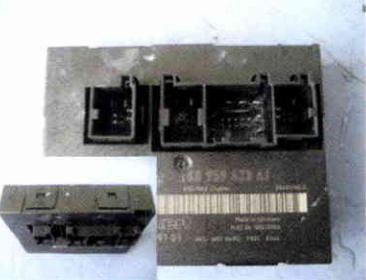
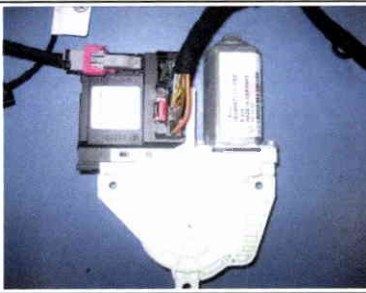



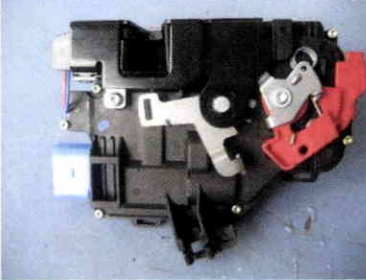

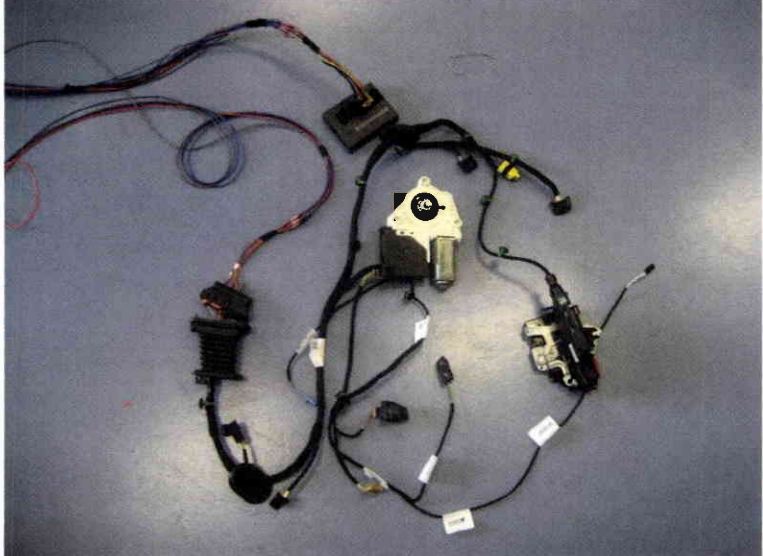
Bedieningsknoppen



## Bijlage E Volkswagen Golf

Testdatum: 14 maart 2008.

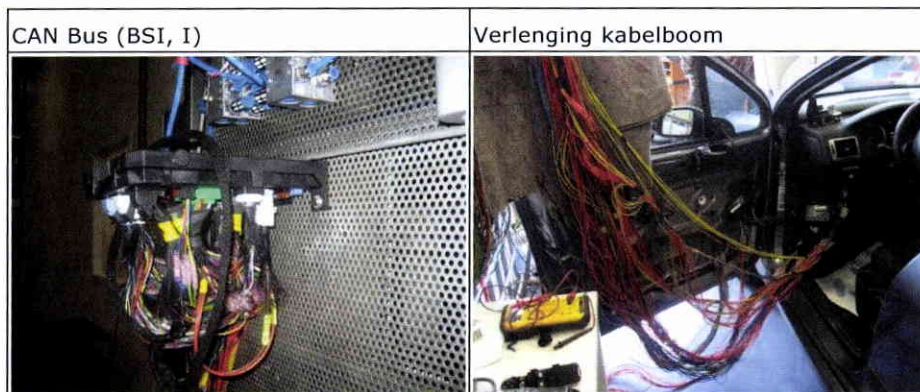
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
Bediening deurvergrendeling (I)	
Bediening ramen (II)	
CAN Bus unit (III)	
Deurdoorvoer (IV)	
Raammotor (ERB + Smart IO, V)	
Deurvergrendeling (VI)	
Voertuigbatterij (VII)	

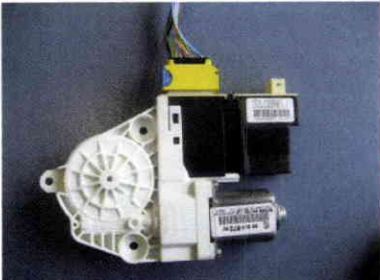



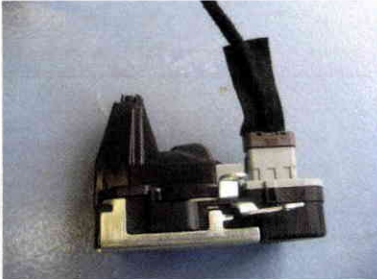
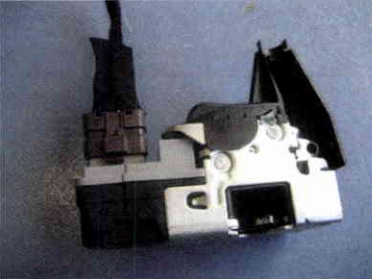
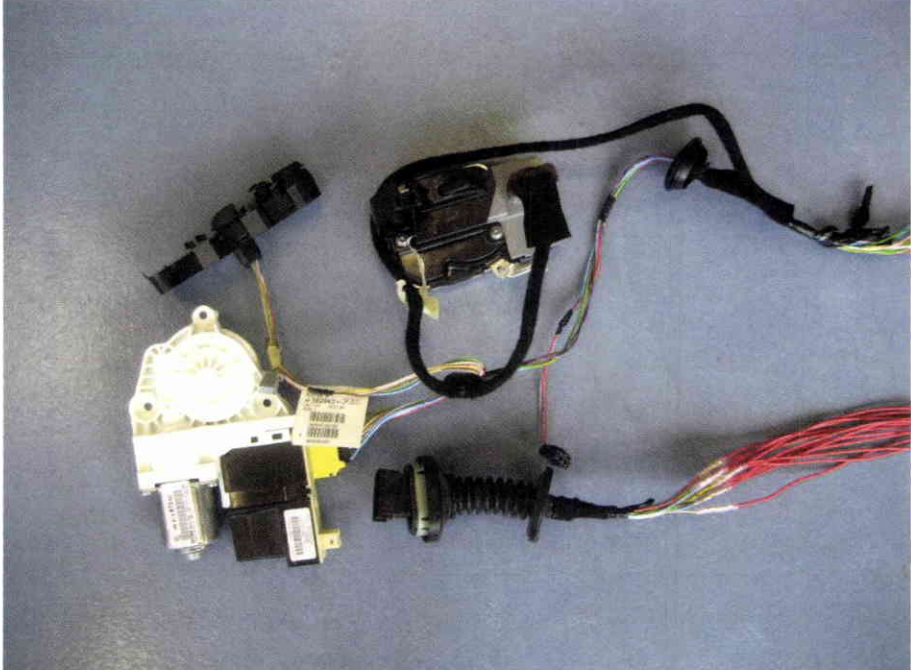
<b>Raammotor (ERB + Smart IO, I)</b>	<b>Bedieningspaneel ramen (I)</b>	<b>CAN Bus (III)</b>
		
<b>Raammotor (I)</b>	<b>Bedieningspaneel ramen (II)</b>	<b>Voertuigbatterij (accu, VII)</b>
		
<b>Deurvergrendeling (V)</b>	<b>Deurvergrendeling (V)</b>	<b>Bedieningspaneel 'Safe Lock' (I)</b>
		
<b>Deurcomponenten</b>		
		

## Bijlage F Peugeot 307

De testdatum: 27 en 28 februari 2008.

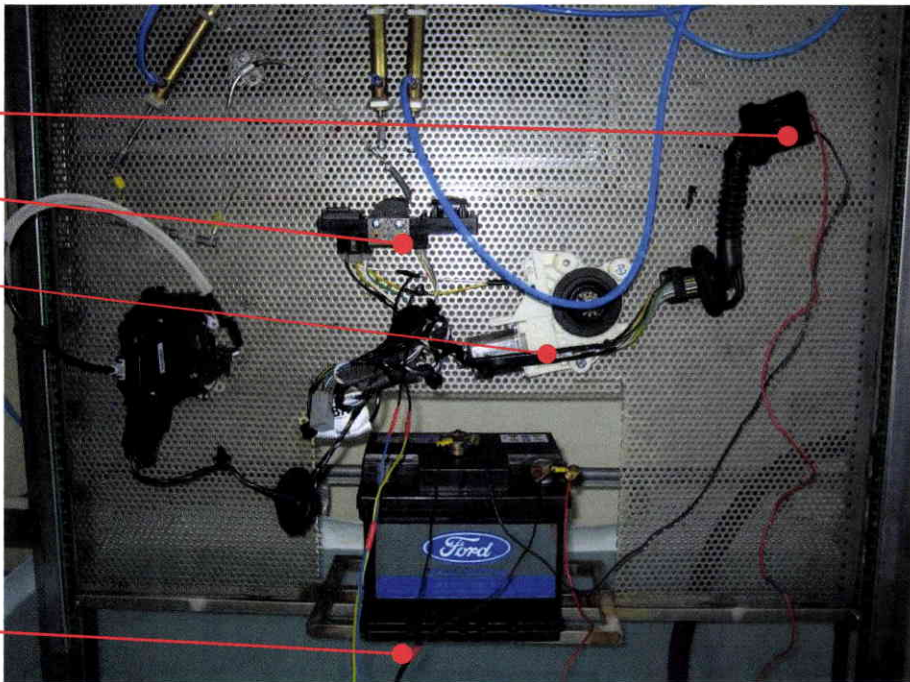
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus (BSI, I)	
Raammotor (ERB + Smart IO, II)	
Bedieningsknoppen (III)	
Deurvergrendeling (IV)	
Deurdoorvoer portierkabel (V)	
Accu (VI)	




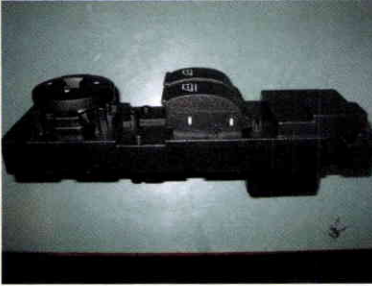

<b>Raammotor (ERB + Smart IO, II)</b>	<b>Bedieningsknoppen (III)</b>	<b>Voertuigbatterij (accu. VI))</b>
		
<b>Deurdoorvoer kabelboom (V)</b>	<b>Deurvergrendeling (IV)</b>	
		
<b>Deurcomponenten</b>		
		

## Bijlage G Ford Focus

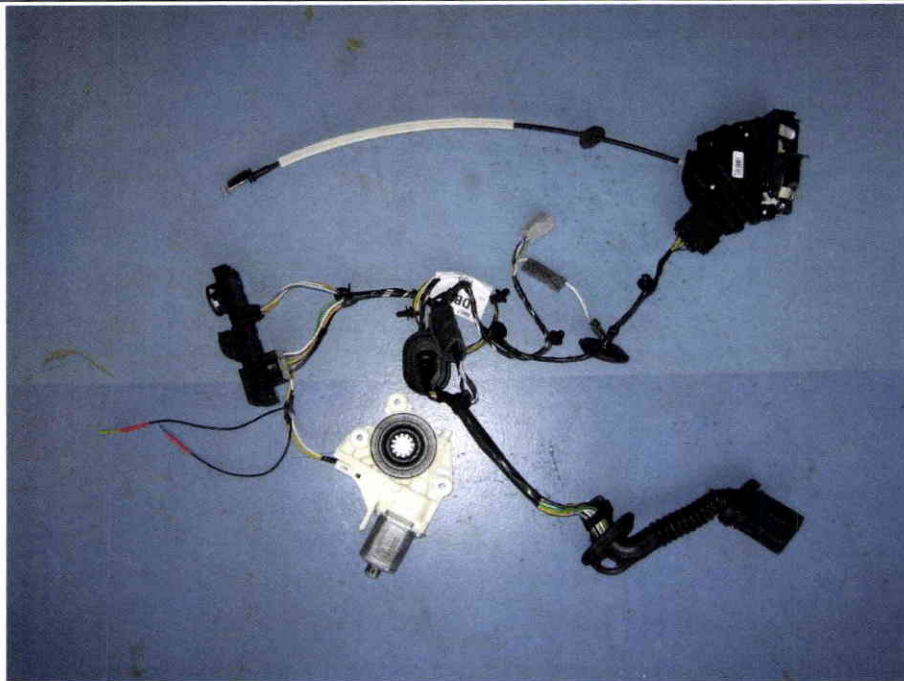
De testdatum: 25 maart 2008.

Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
Deurdoorvoer (I)	
Bedieningsknopjes (II)	
Raammotor (ERB, III)	
Voertuigbatterij (accu, IV)	



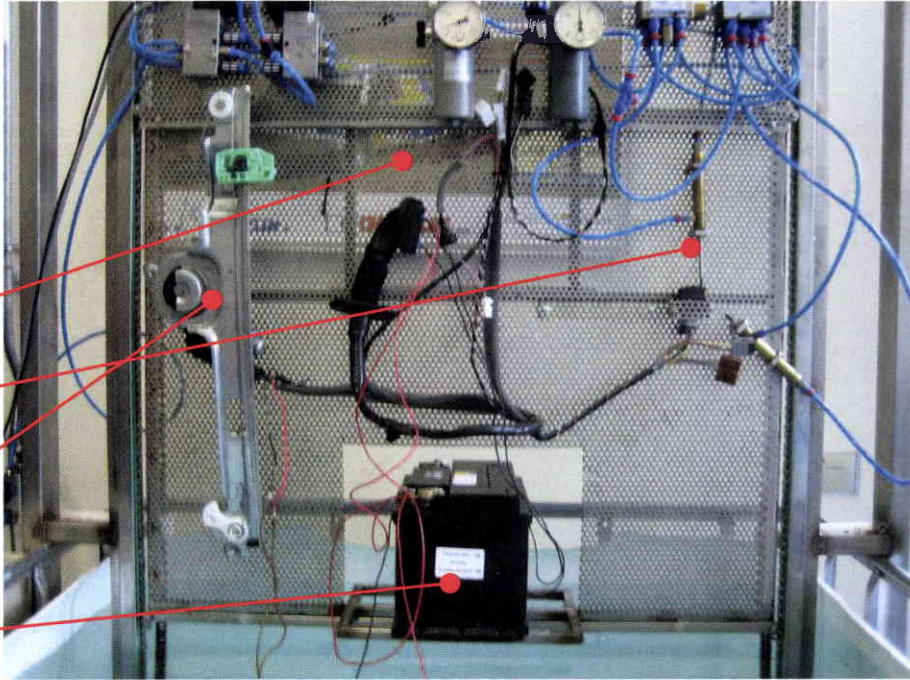
Raammotor (ERB, III)	Bedieningspaneel (II)	Voertuigbatterij (accu, IV)
		

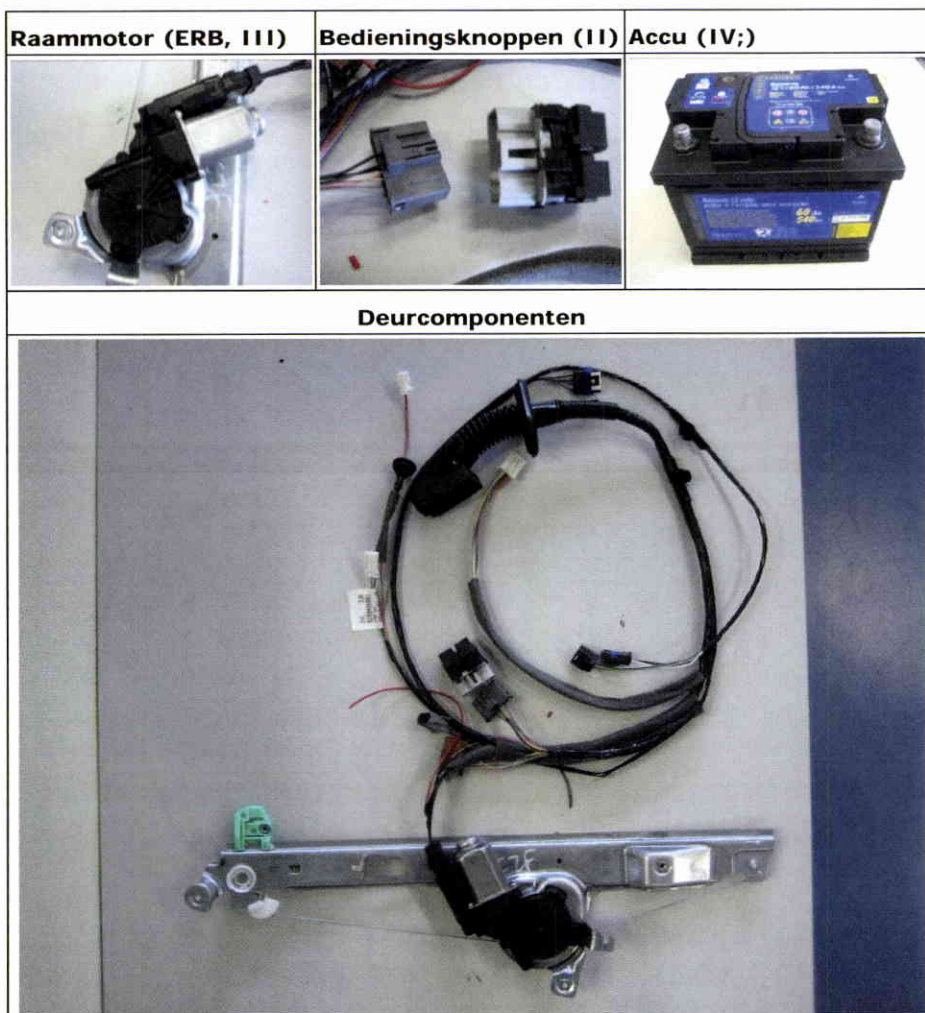
**Deurcomponenten, met de deurdoorvoer (I)**



## Bijlage H Renault Scenic

De testdatum: 25 januari 2008 - test 1 en 2, 19 februari - test 3.





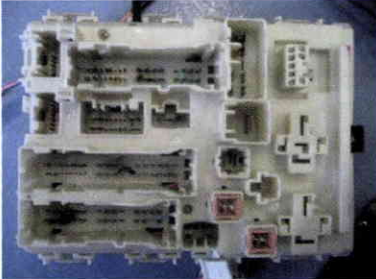
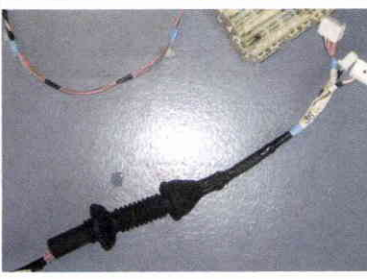
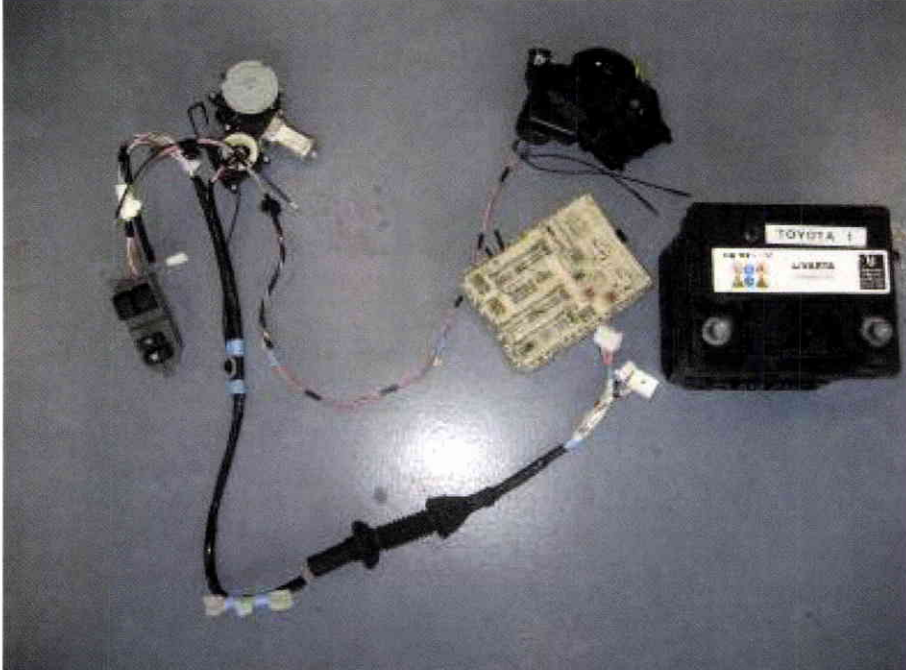
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
Deurdoorvoer (I)	
Bedieningscomponenten (II)	
Raammotor (ERB, III)	
Voertuigbatterij (IV)	



## Bijlage I Toyota Yaris

De testdatum: 11 maart 2008

Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus (I)	
Kabeldoorvoer	
Bedieningsknoppen (II)	
Deurvergrendeling (III)	
Raammotor (ERB + Smart IO, IV)	
Accu ( V)	

<b>Raammotor (ERB + Smart IO, IV)</b>	<b>Bedieningsknoppen (II)</b>	<b>Accu (V)</b>
		
<b>Intelligente regelunit (I)</b>		<b>Kabeldoorvoer</b>
		
<b>Deurcomponenten + Accu (V)</b>		
		

## Bijlage J Citroën C4

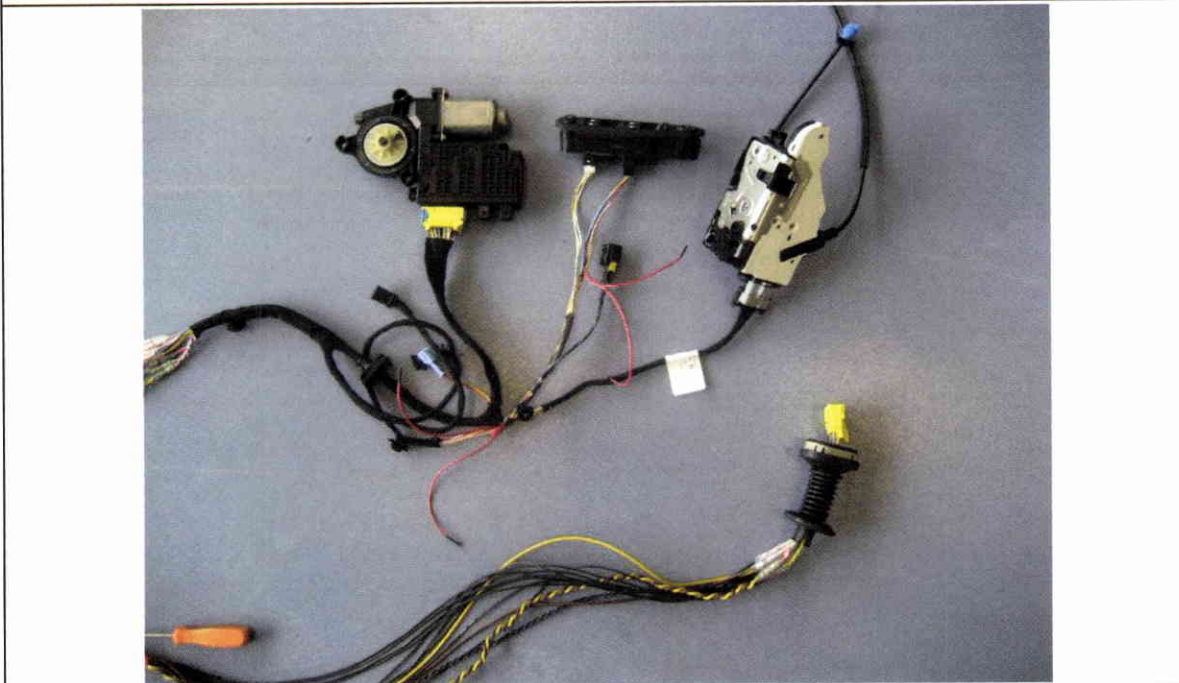
De testdatum: 3 maart 2008

Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus (I) (Smart Junction Box)	
Raammotor (ERB + Smart IO) (ERB - SmartIO, II)	
Bedieningsknopjes (III)	
Deurvergrendeling (IV)	
Voertuigbatterij (V)	



Raammotor (ERB + SmartIO, II)	Bedieningspaneel (III)	Voertuigbatterij (accu, V)
		

**Deurcomponenten**




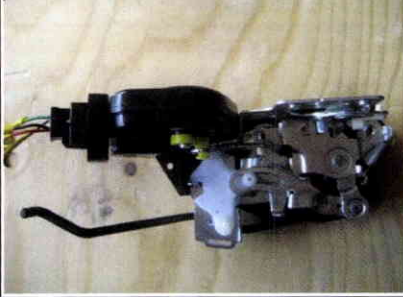

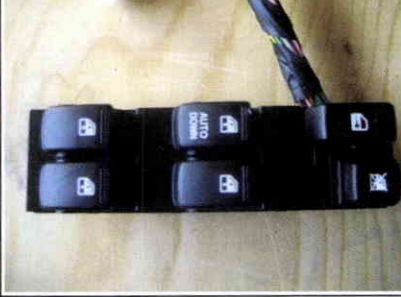
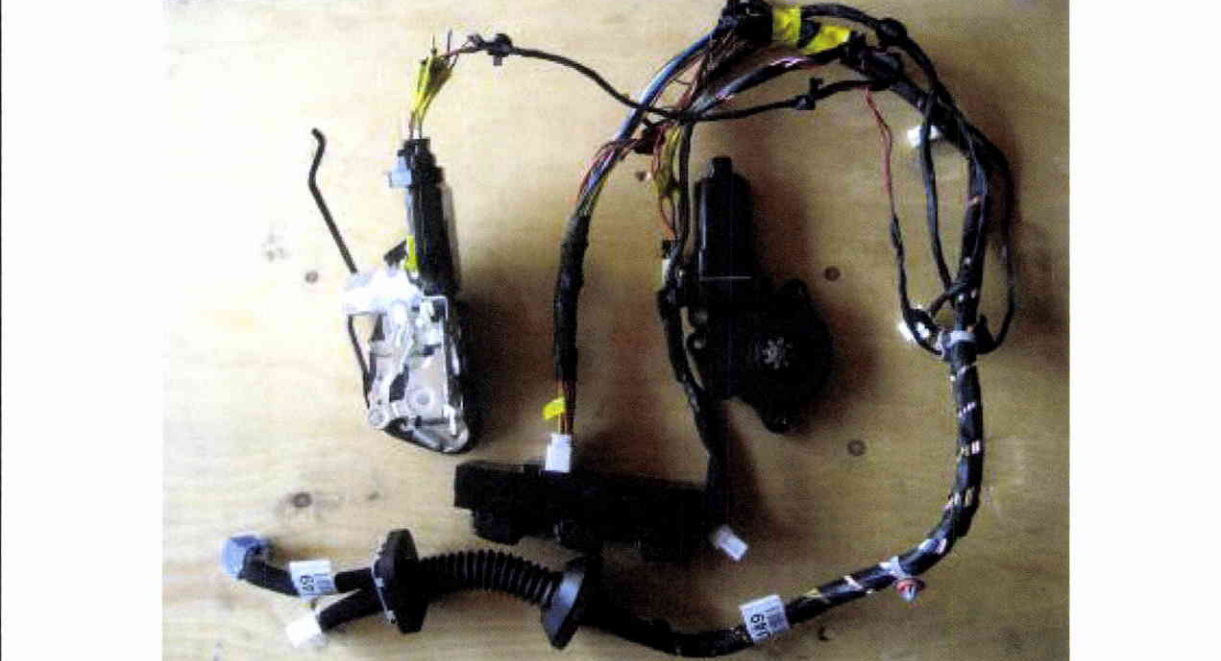


## Bijlage K Hyundai Tucson

De testdatum:, is: 11.02.2008.

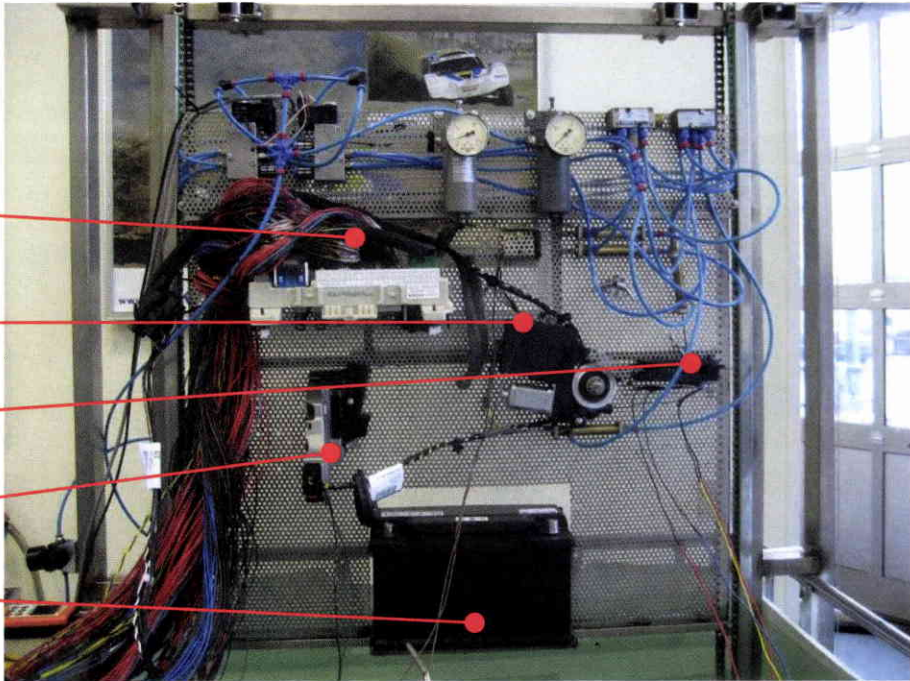
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
Deurrelais (I)	
CAN Bus module (II)	
Deurdoorvoer (III)	
Deursluiting (IV)	
Raammotor (ERB, V)	
Bedieningscomponenten (VI)	
Voertuigbatterij (VII)	








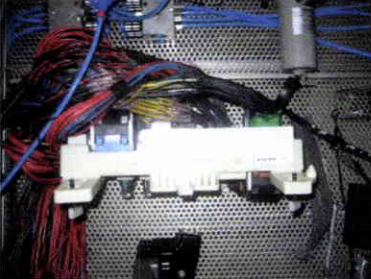
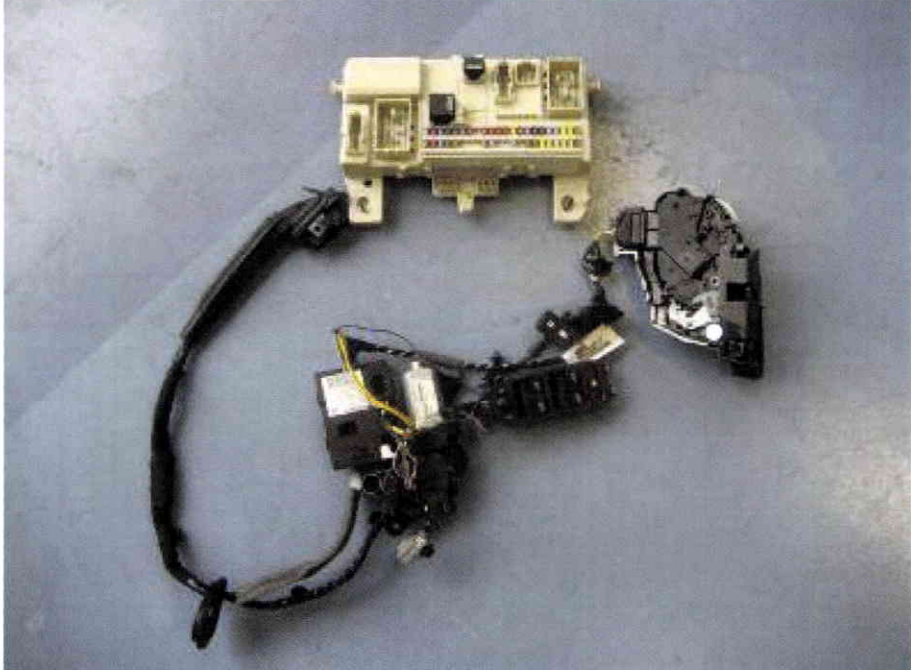
<b>Accu (I)</b>	<b>CAN Bus module (II)</b>	<b>Deurdoorvoer (III)</b>
		
<b>Deursluiting (IV)</b>	<b>Raammotor (ERB, V)</b>	<b>Bedieningscomponenten (VI)</b>
		
<b>Voertuigbatterij (VII)</b>		
		

## Bijlage L Volvo V50

De testdatum: 25 februari 2008

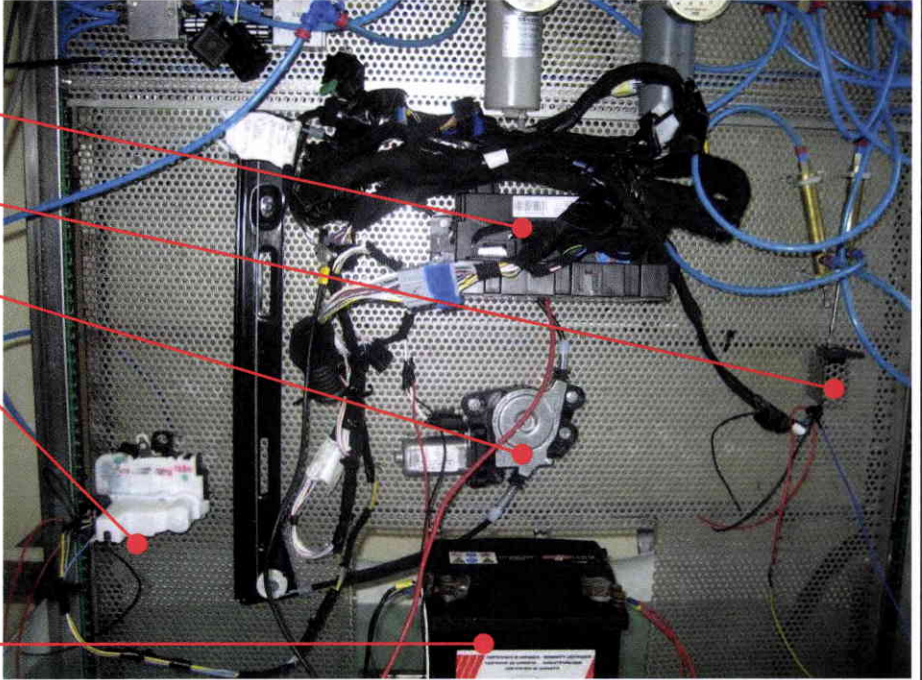
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus (SEM, I)	
Raammotor (ERB + Smart IO, II)	
Bedieningsknoppen (III)	
Deurvergrendeling (IV)	
Accu (V)	

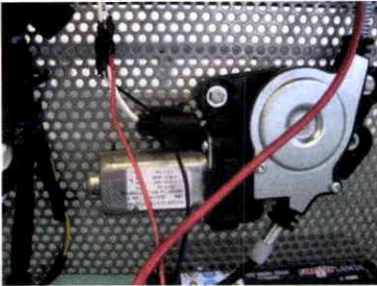
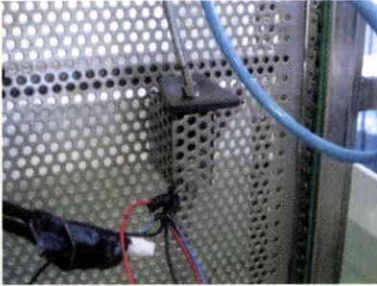

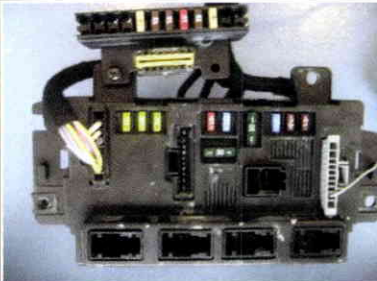

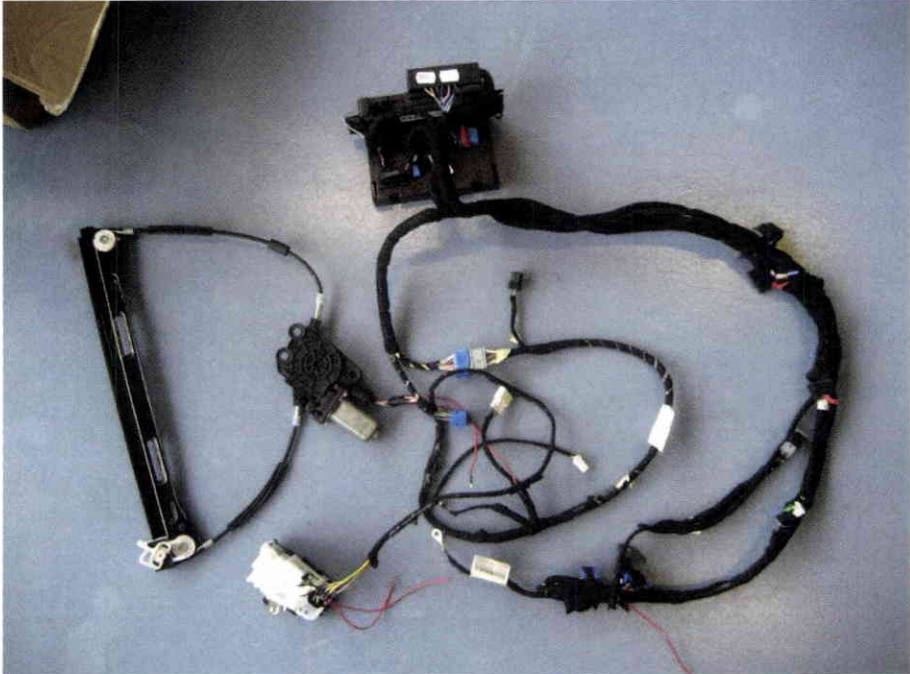


<b>Raammotor (ERB + Smart IO, II)</b>	<b>Bedieningsknopjes (III)</b>	<b>Voertuigbatterij (accu, V)</b>
		
<b>Deurvergrendeling + bedieningsknopje</b>		<b>CAN Bus (SEM, I)</b>
		
<b>Deurcomponenten</b>		
		

## Bijlage M Fiat Panda

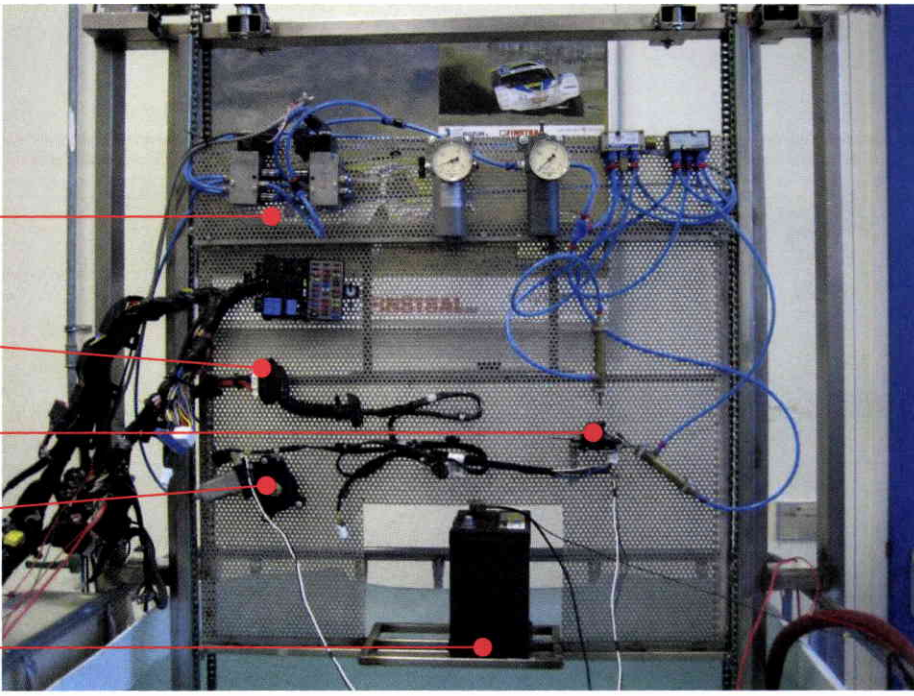
De testdatum: 4 maart 2008




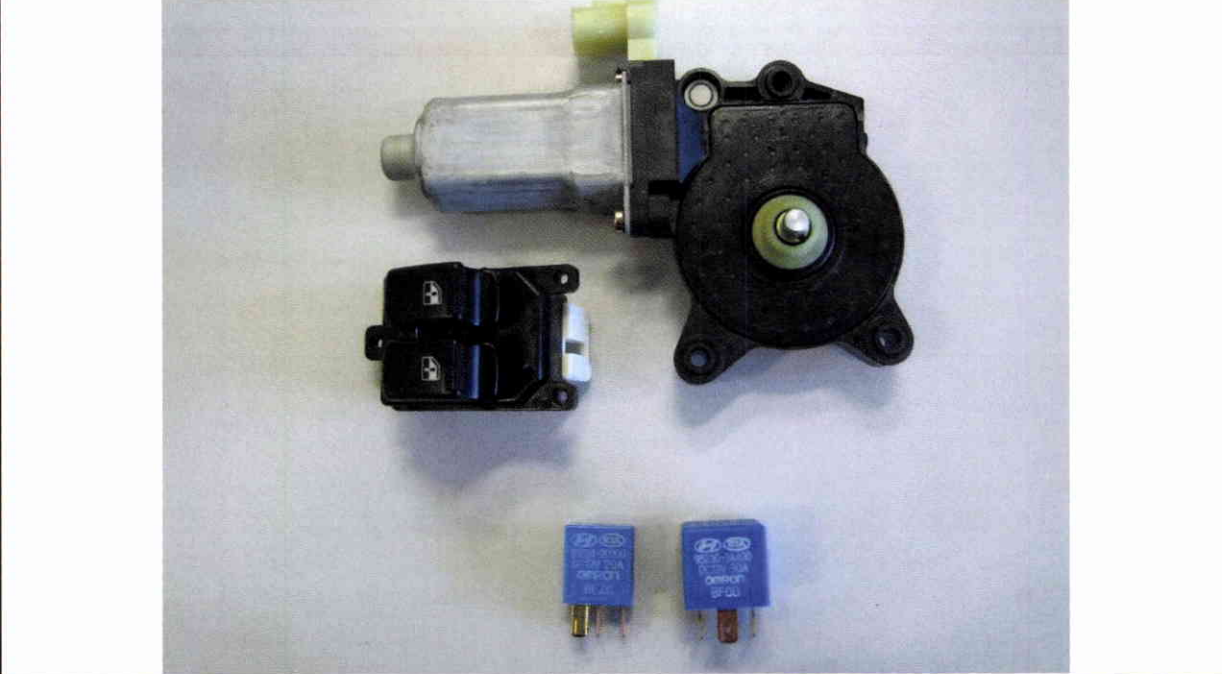
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	 A photograph of the car's electrical control panel, showing various components and wiring. Red lines connect specific parts to labels in the table: a bracket for 'Stuurunits' points to a central control unit; 'CAN bus module (I)' points to a module on the left; 'Bedieningsknopjes (II)' points to a cluster of buttons; 'Raammotor (ERB, III)' points to a motor on the right; 'Deurvergrendeling (IV)' points to a door lock actuator; and 'Voertuigbatterij (Accu, V)' points to a battery at the bottom.
CAN bus module (I)	
Bedieningsknopjes (II)	
Raammotor (ERB, III)	
Deurvergrendeling (IV)	
Voertuigbatterij (Accu, V)	

<p><b>Raammotor (ERB, III)</b></p> 	<p><b>Bedieningsknopjes (II)</b></p> 	<p><b>Voertuigbatterij (accu, V)</b></p> 
<p><b>CAN Bus module (I)</b></p> 	<p><b>Deurvergrendeling (IV)</b></p> 	
<p><b>Deurcomponenten</b></p>		
		

## Bijlage N Kia Picanto

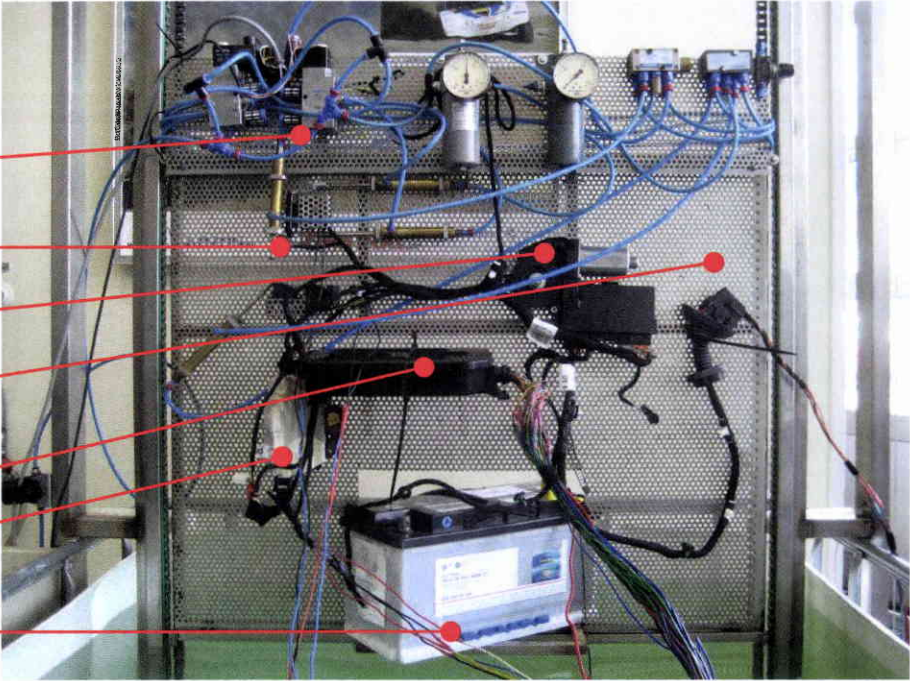
De testdata:, zijn: 21 en 22.01.2008.

Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
Relais & Zekeringenkast (I)	
Deurdoorvoer (II)	
Bedieningscomponenten (III)	
Raammotor (IV)	
Voertuigbatterij (V)	







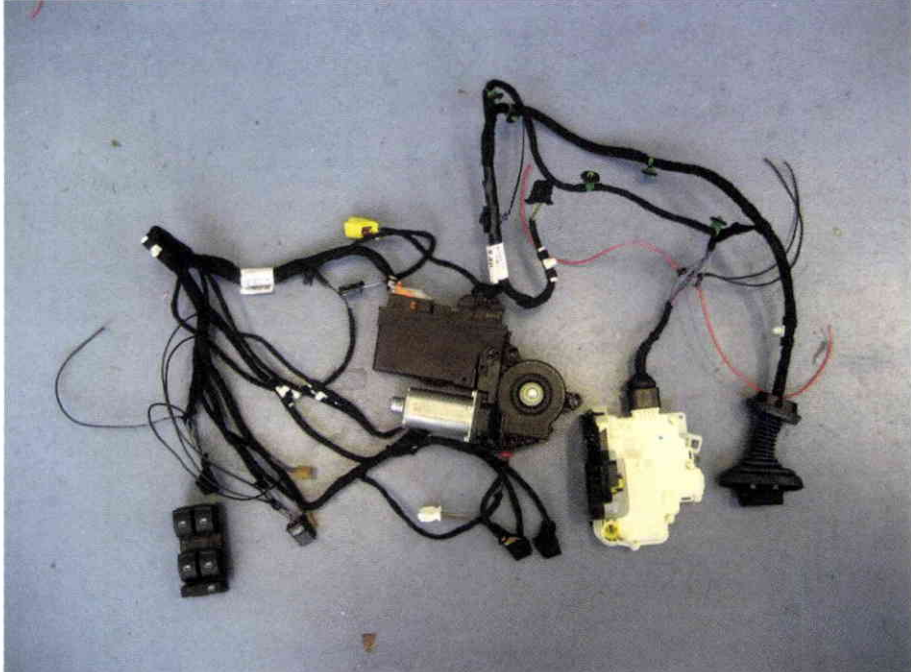
Raammotor	Relais & Zekeringenkast	Voertuigbatterij (accu)
		
Deurcomponenten		
		

## Bijlage O Audi A4

De testdatum: 12 & 13 maart 2008.

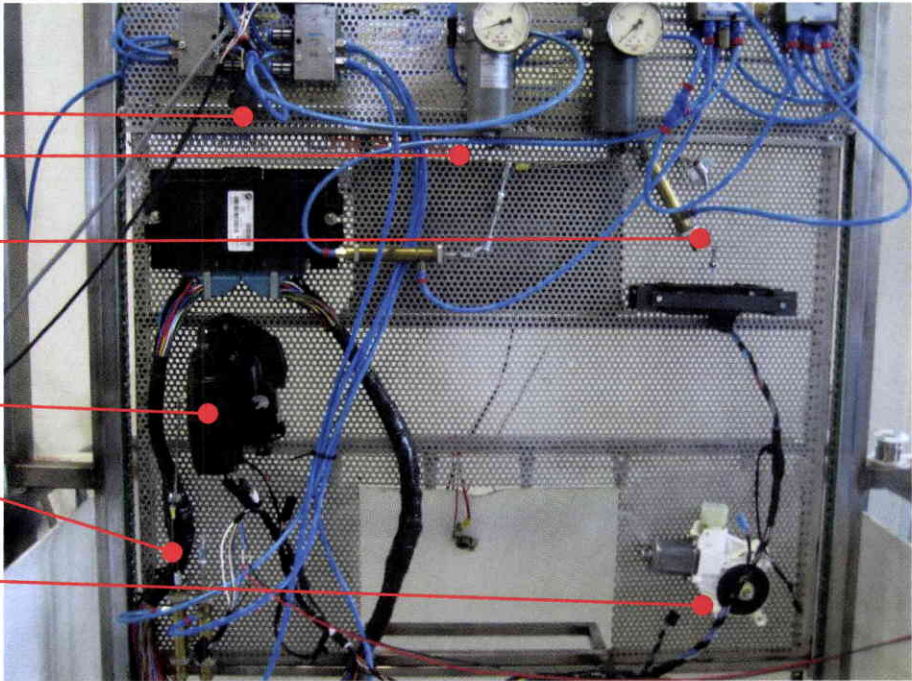
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
Bediening deurvergrendeling (I)	
Bediening ramen (II)	
Raammotor (ERB + Smart IO, III)	
Deurdoorvoer	
CAN Bus unit (IV)	
Deurvergrendeling (V)	
Accu (VI)	

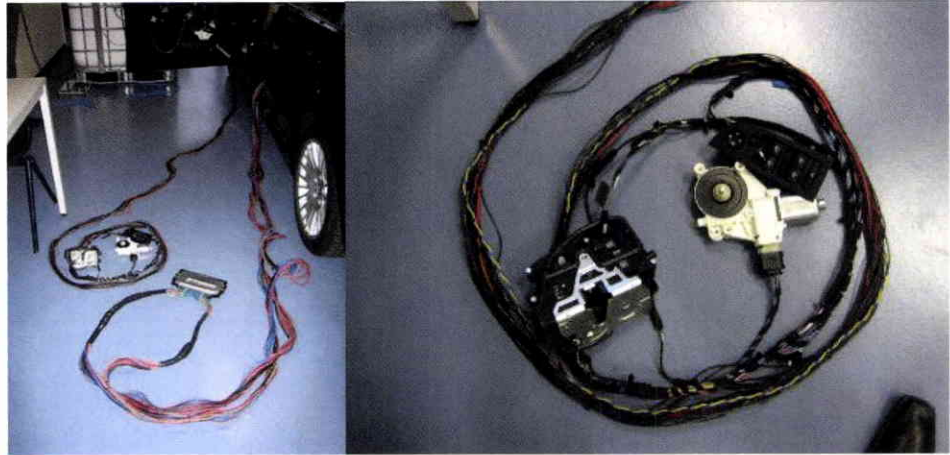




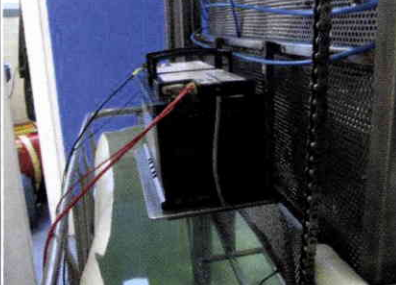



<b>Raammotor (ERB + Smart IO, III)</b>	<b>Bedieningspaneel raammotor (II)</b>	<b>Voertuigbatterij (accu, VI)</b>
		
<b>Schakelaar deurvergrendeling (I) Inclusief 'Safe Lock'</b>	<b>Deurvergrendeling (V)</b>	<b>CAN Bus module</b>
		
<b>Deurcomponenten</b>		
		

## Bijlage P BMW 3-serie

De testdatum:, is: 17 en 18 januari 2008

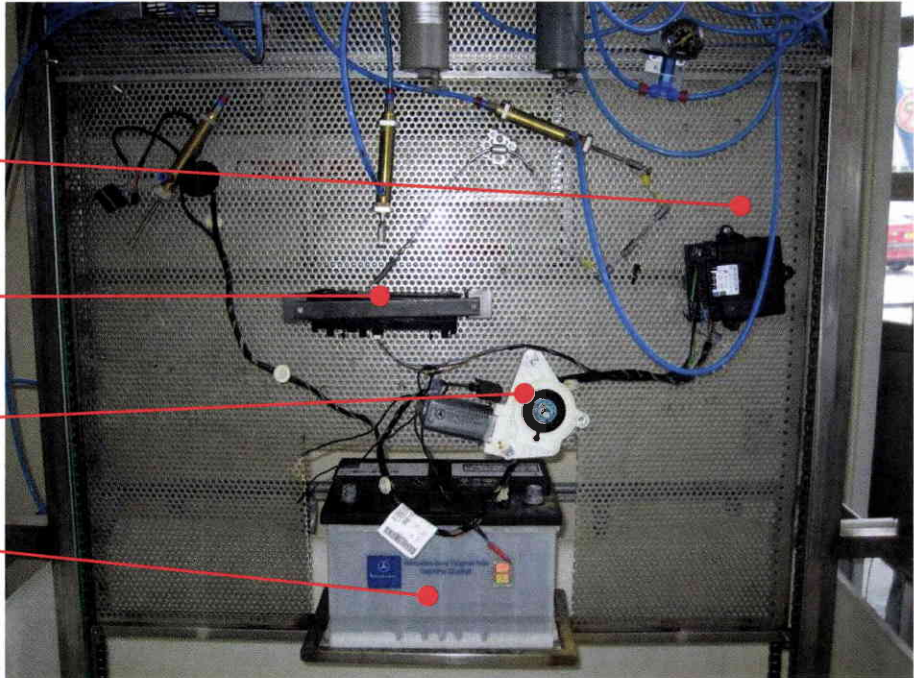
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus module (I)	
Voertuigbatterij (II)	
Bedieningscomponenten (III)	
Deursluiting (IV)	
Waterdicht aansluitingen	
Raammotor (V)	







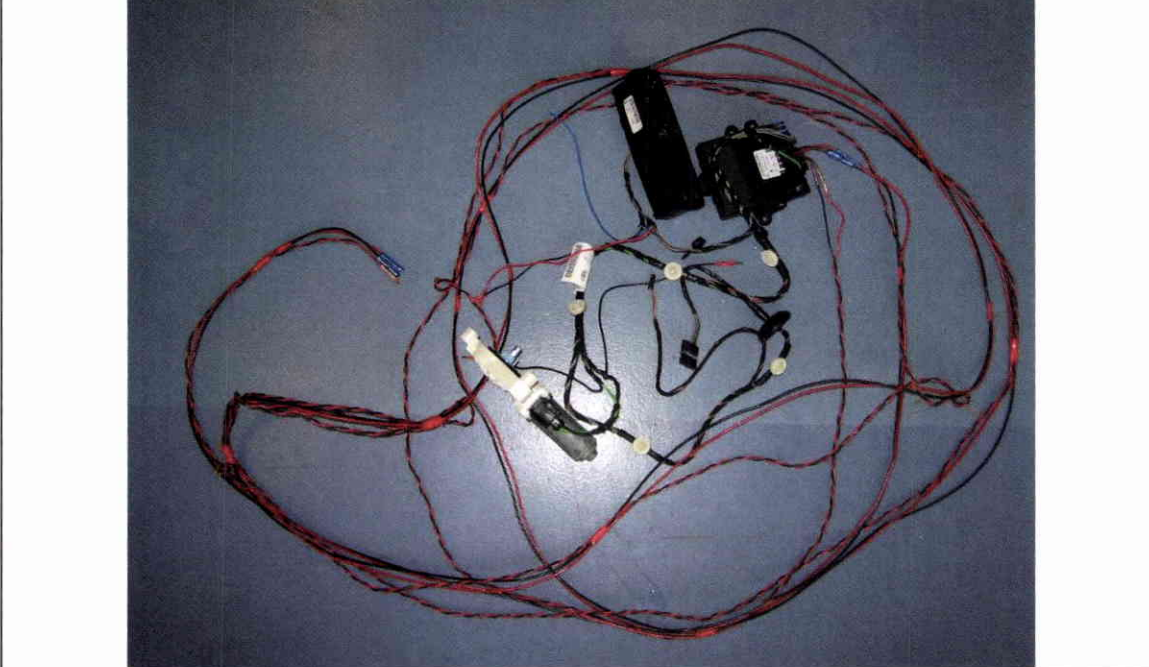
<b>Deursluiting (IV)</b>	<b>CAN Bus module (I)</b>	<b>Voertuigbatterij (accu, II)</b>
		
<b>Raammotor (V)</b>	<b>Bedieningscomponenten (III)</b>	<b>Afsluiten portier: exterieur</b>
		

## Bijlage Q Mercedes-Benz A-klasse

De testdatum: 27 maart 2008.

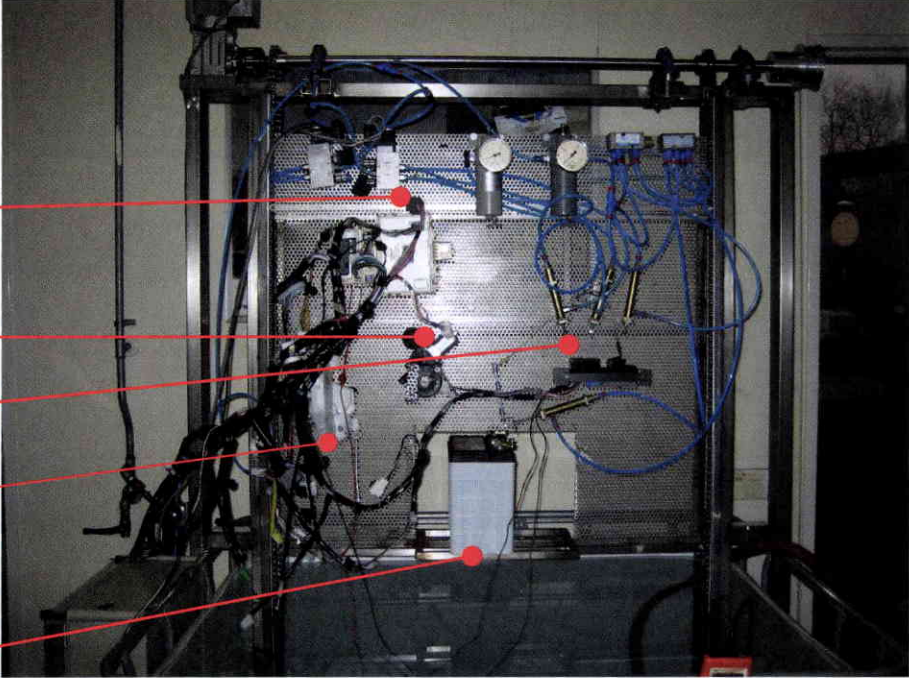
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus Module(I)	
Bedieningsknopjes (II)	
Raammotor (ERB, III)	
Voertuigbatterij (IV)	

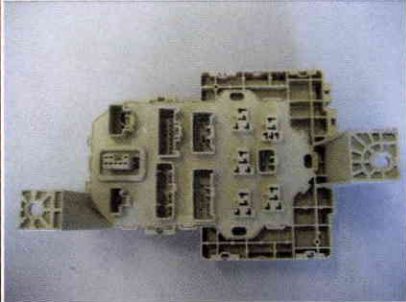





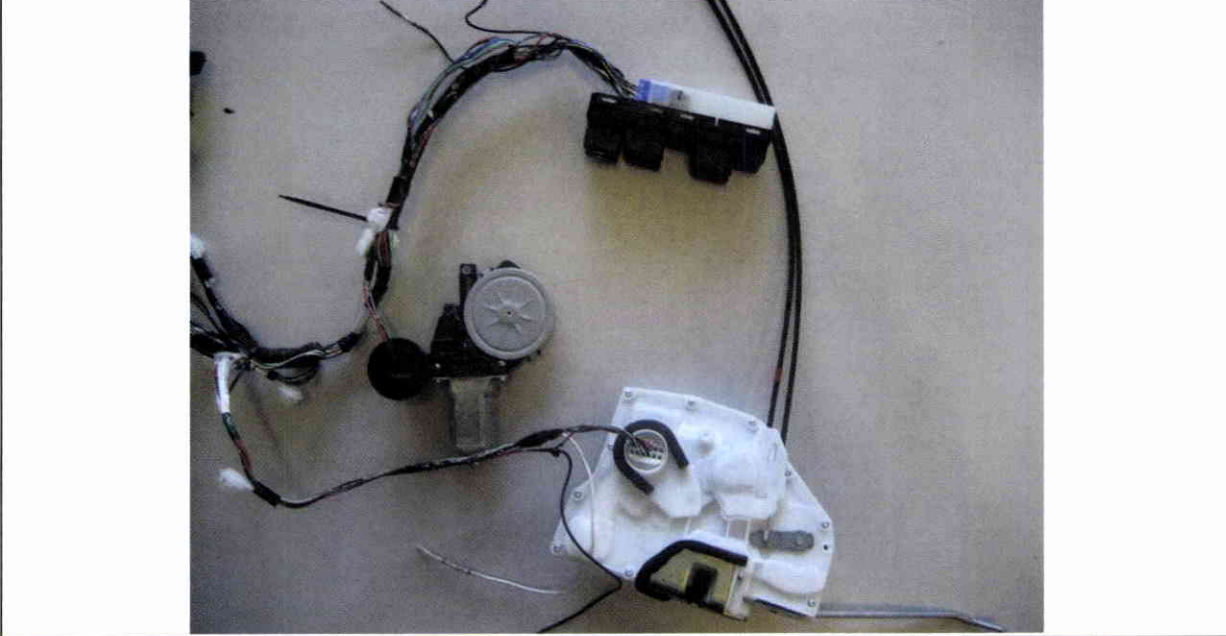


<b>Raammotor (ERB, III)</b>	<b>Bedieningspaneel (II)</b>	<b>Voertuigbatterij (accu, IV)</b>
		
<b>CAN Bus (I)</b>		
		
<b>Deurcomponenten</b>		
		

## Bijlage R Suzuki Swift

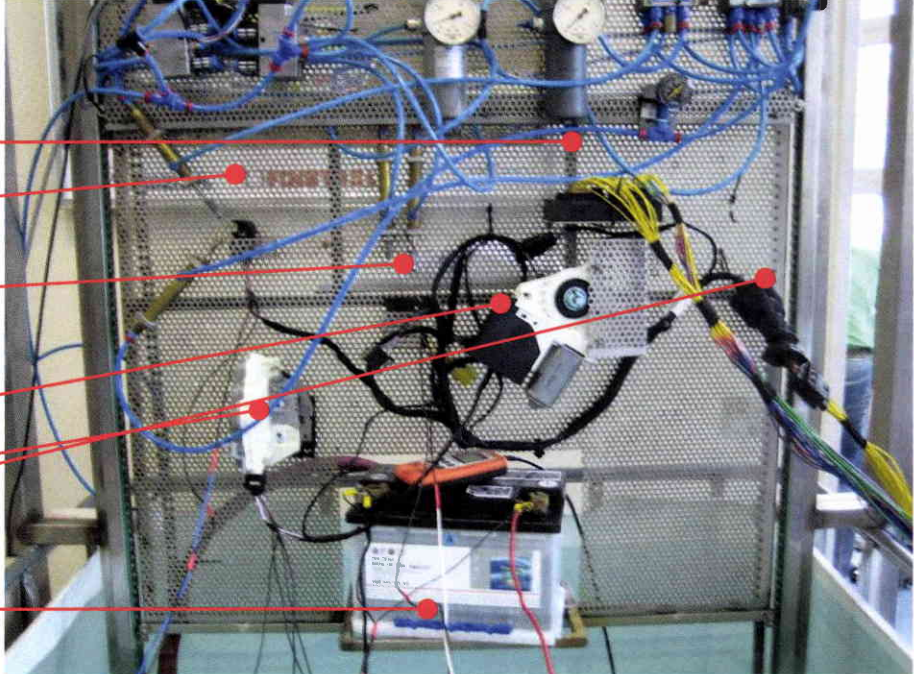
De testdatum:, is: 30 januari 2008

Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus Module (Smart Junction Box, I)	
Raammotor (II)	
Bedieningscomponenten (III)	
Deurvergrendeling (IV)	
Voertuigbatterij (V)	

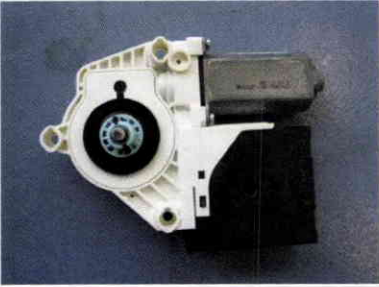
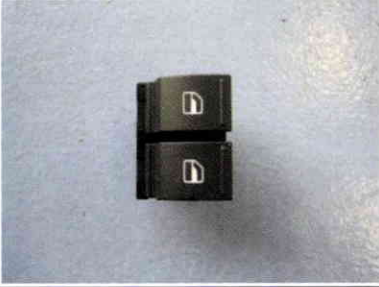

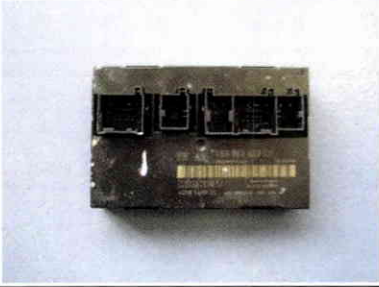

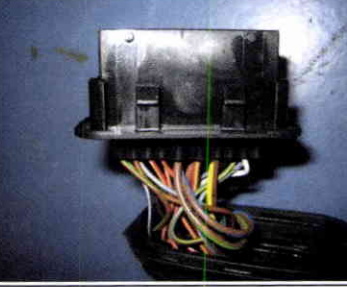
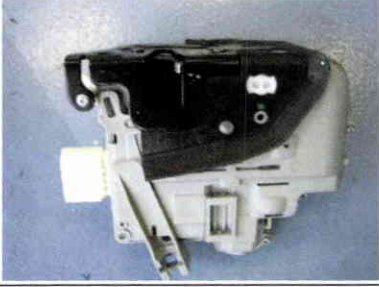

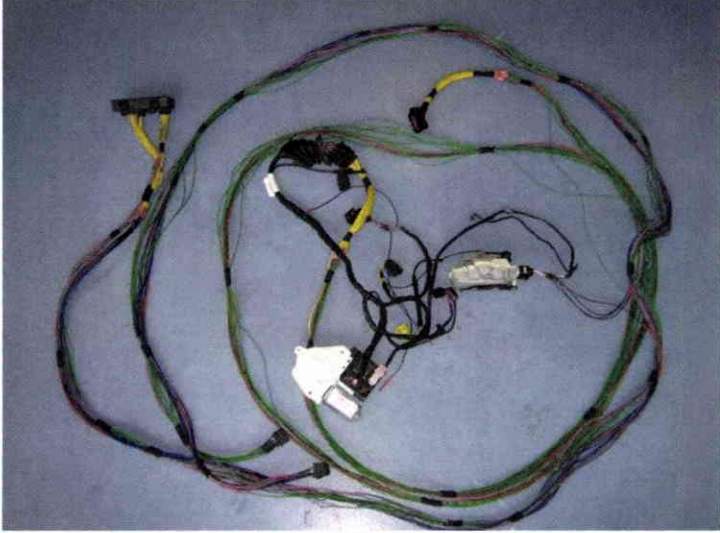
<b>CAN Bus module (Smart Junction Box, I)</b>		<b>Voertuigbatterij (accu)</b>
		
		
<b>Raammotor</b>	<b>Bedieningscomponenten</b>	<b>Deurvergrendeling</b>
		

## Bijlage S Seat Leon

De testdatum: 19 maart 2008.

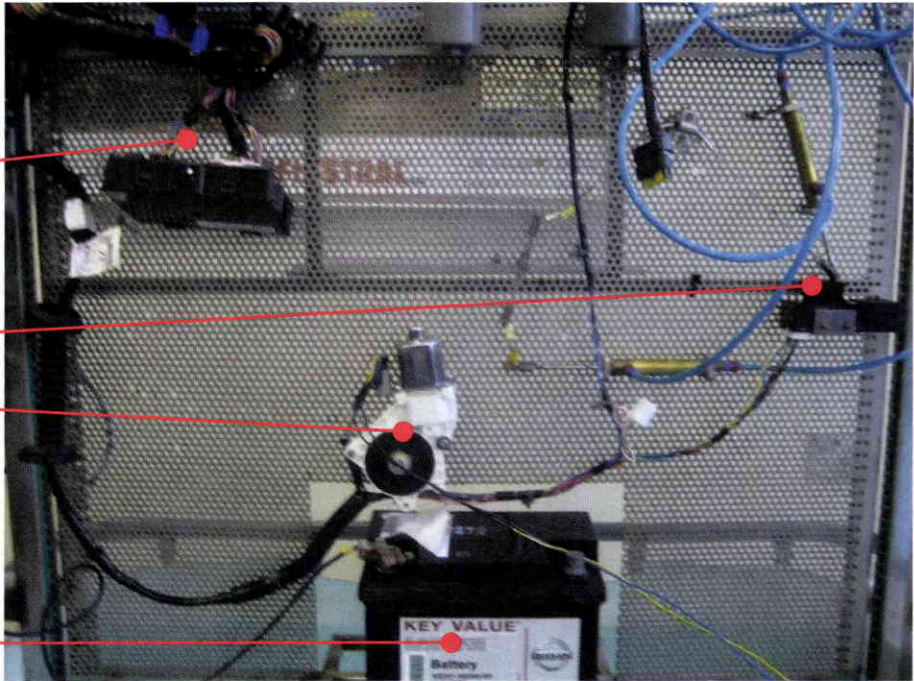
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus (I)	
Raambediening (II)	
Knopjes deurvergrendeling (III)	
Raammotor (ERB + Smart IO, IV)	
Deurvergrendeling (V)	
Deurdoorvoer (VI)	
Voertuigbatterij (VII)	




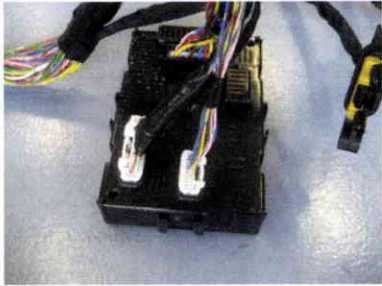
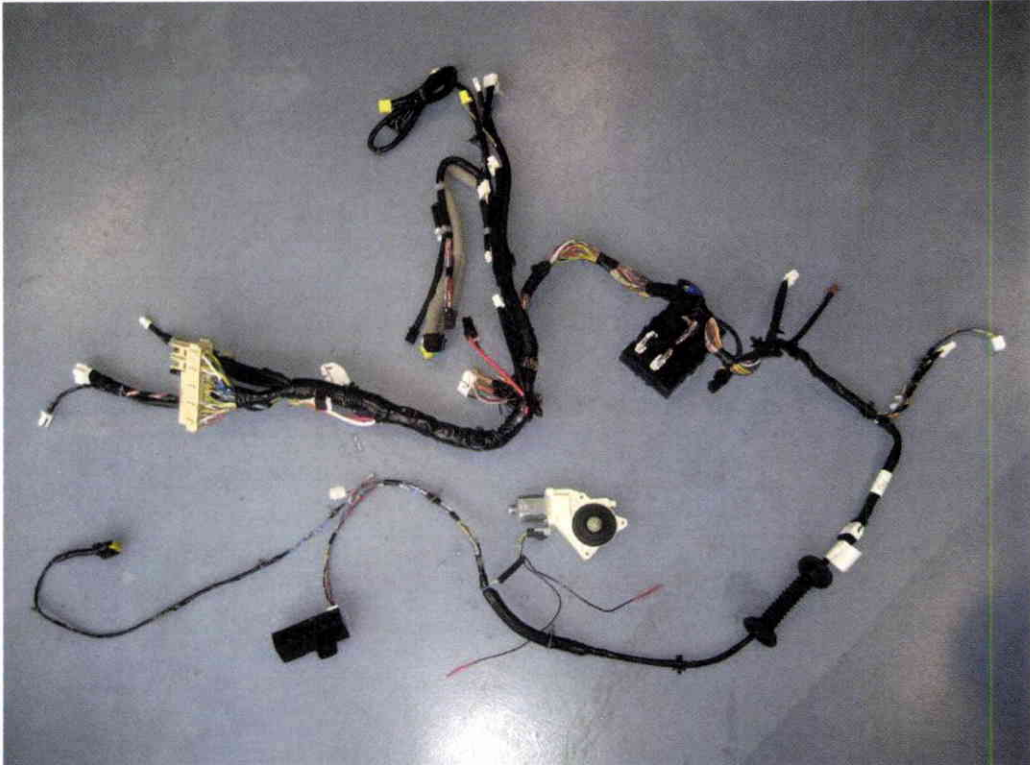


<b>Raammotor (ERB + Smart IO, IV)</b>	<b>Bedieningspaneel raammotor (II)</b>	<b>Voertuigbatterij (accu, VII)</b>
		
<b>CAN Bus (I)</b>	<b>Knopjes deurvergrendeling (III)</b>	<b>Deurdoorvoer (VI)</b>
		
<b>Deurvergrendeling (V)</b>		
		
<b>Deurcomponenten</b>		
		

## Bijlage T Nissan Micra

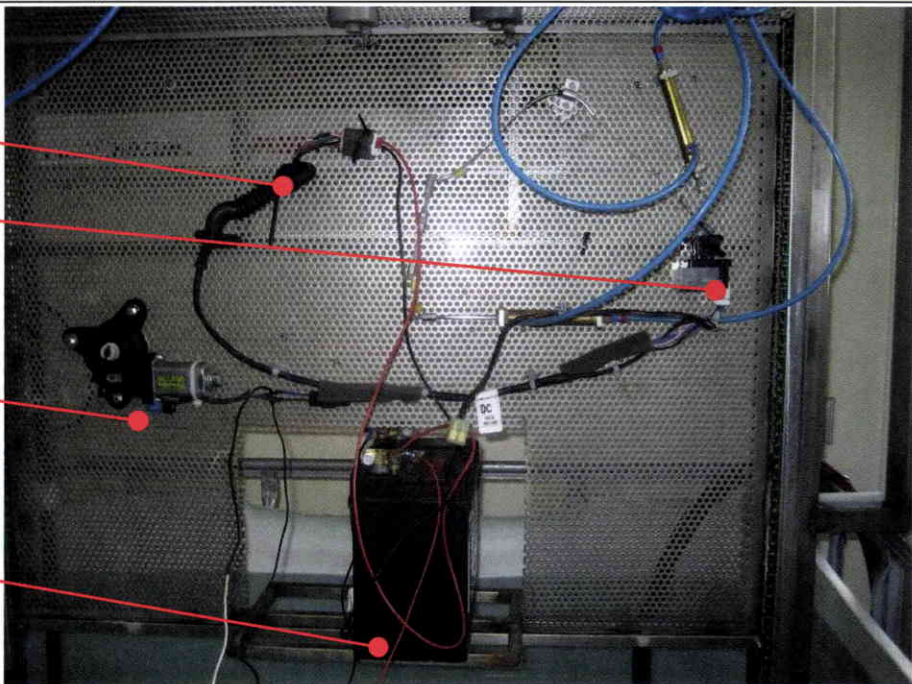
De testdatum: 6 en 7 maart 2008

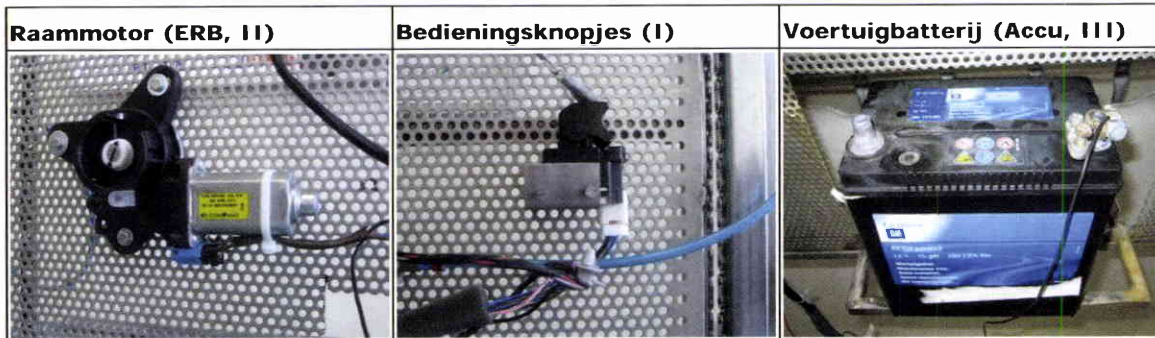
Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus (I)	
Bedieningsknopjes raammotor (II)	
Raammotor (ERB, III)	
Voertuigbatterij (IV)	

<p><b>Raammotor (ERB, III)</b></p> 	<p><b>Bedieningsknopjes raammotor (II)</b></p> 	<p><b>Voertuigbatterij (accu, IV)</b></p> 
<p><b>CAN Bus (I)</b></p>		
		
<p><b>Deurcomponenten</b></p>		
		

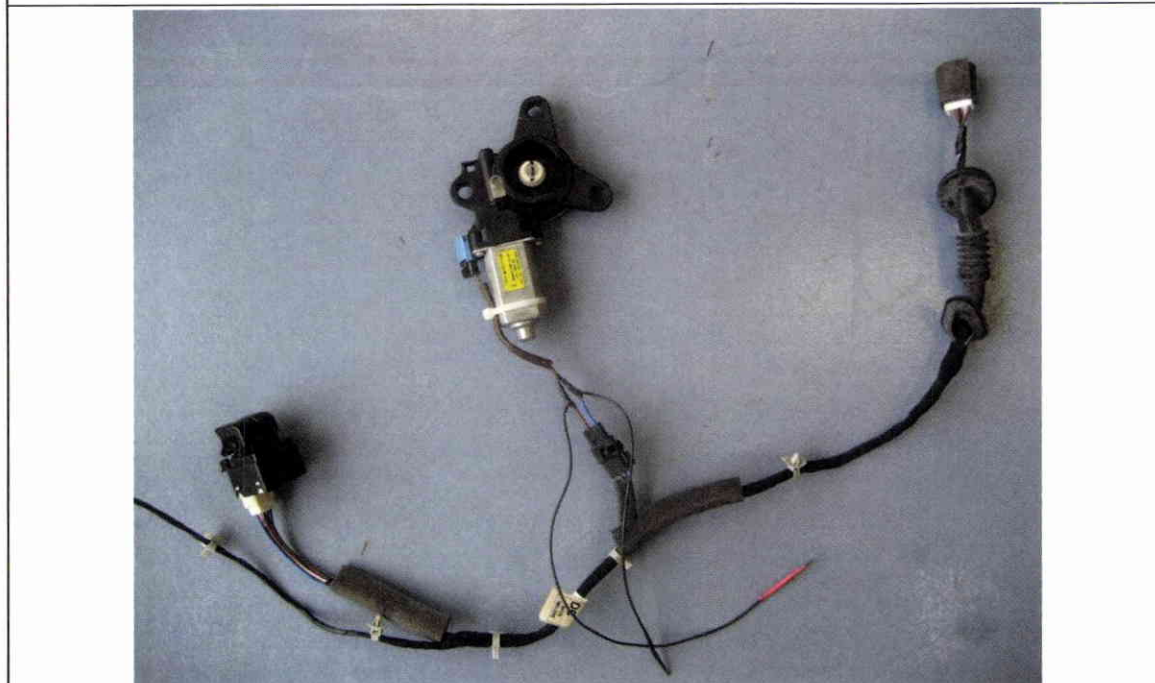
## Bijlage U Chevrolet Matiz

De testdatum: 5 maart 2008

Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
Deurdoorvoer	
Bedieningsknoppen (I)	
Raammotor (ERB, II)	
Voertuigbatterij (Accu, III)	



**Deurcomponenten**

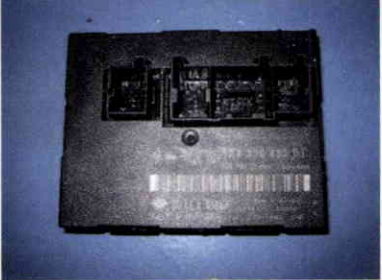


## Bijlage V Skoda Octavia

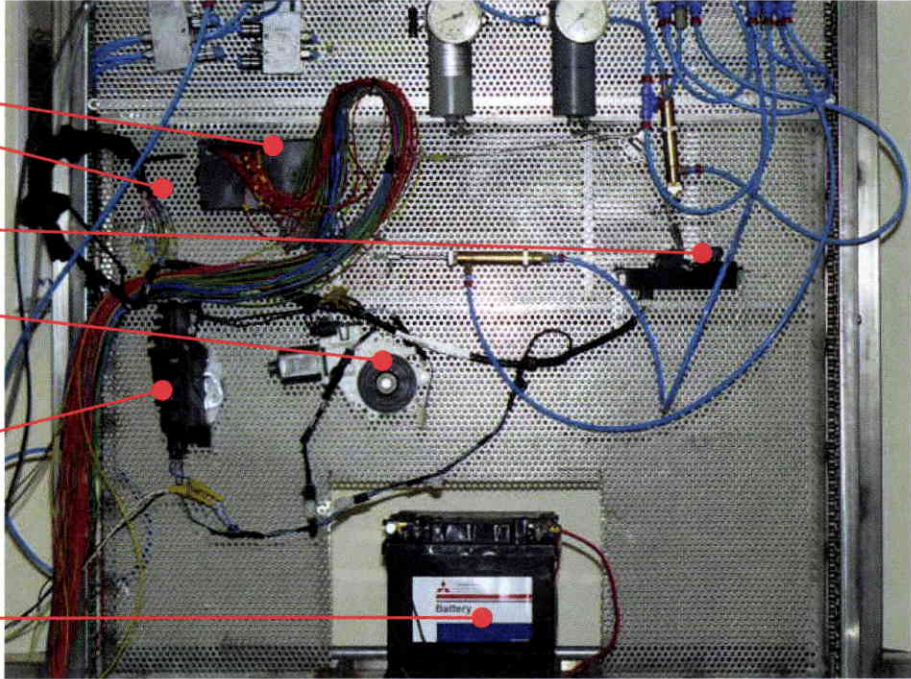
De testdatum: 18 maart 2008.

Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus (I)	
Bediening ramen (II)	
Bediening deurvergrendeling (III)	
Raammotor (ERB + Smart IO, IV)	
Deurvergrendeling (V)	
Voertuigbatterij (VI)	



<p><b>Bediening deurvergrendeling (III)</b></p>	<p><b>CAN Bus (I)</b></p>	<p><b>Voertuigbatterij (accu, VI)</b></p>
		
<p><b>Raammotor (ERB + Smart IO, IV)</b></p>		<p><b>Bedieningspaneel raammotor (II)</b></p>
		
<p><b>Deurvergrendeling met 'Safe Lock' (V)</b></p>		
		
<p><b>Deurcomponenten</b></p>		
		

## Bijlage W Mitsubishi Colt

Omschrijving	Opstelling
Stuurunits	
CAN Bus Module (ETACS, I)	
Deurdoorvoer	
Bedieningscomponenten (II)	
Raammotor (III)	
Deurvergrendeling (IV)	
Voertuigbatterij (V)	