

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2019 R11215

Onderzoek NOx emissiegedrag van een Suzuki Vitara Euro 6b diesel

Datum	24 september 2019
Auteur(s)	Gerrit Kadijk Norbert E. Ligterink Edo Buskermolen Peter J. van der Mark
Exemplaarnummer	2019-STL-RAP-100325217
Aantal pagina's	107 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	4
Opdrachtgever	Dienst voor het Wegverkeer, Postbus 777, 2600 AT Zoetermeer
Projectnaam	RDW Suzuki Vitara
Projectnummer	060.30817

Alle rechten voorbehouden.

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

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2019 TNO

Samenvatting

In een emissieonderzoek dat door de Dienst voor het Wegverkeer (RDW) in juli 2017 is gerapporteerd [RDW 2017], zijn eerste verkennende emissietesten op een Suzuki Vitara Euro 6b diesel uitgevoerd. De resultaten waren de aanleiding voor vervolgonderzoek.

De Dienst voor Wegverkeer (RDW) heeft TNO in 2018 opdracht gegeven voor de uitvoering van een emissieonderzoek van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel. Doel van dit vervolgonderzoek was om het NO_x emissiegedrag van een Suzuki Vitara in kaart te brengen, gemeten met 2 verschillende voertuigen met twee motorkalibraties (aangeduid met motorkalibratie 1: voor service update en motorkalibratie 2: na service update). Daartoe zijn meerdere deeldoelstellingen geformuleerd en zijn emissiemetingen verricht op een testbaan van de RDW, op een rollenbank en op de openbare weg.

Bij elkaar geven de resultaten van de uitgevoerde metingen een goed beeld van het emissiegedrag van het geteste voertuig en van de verschillen in emissies vóór en na de update van de motorkalibratie software.

Onderstaand zijn 24 deelconclusies opgenomen die volgen uit de uitgevoerde metingen. Sommige deelconclusies hebben het karakter van een constatering.

Deelconclusie 1:

De in het verkennende RDW onderzoek van 2017 geteste Suzuki Vitara Euro 6 diesel en de in het nu uitgevoerde onderzoek geteste tweede Suzuki Vitara Euro 6b diesel, beide voorzien van motorkalibratie 1, overschrijden in emissietesten op de testbaan de NO_x limietwaarde van 80 mg/km in sterke mate (tot meer dan 10 keer). Verder blijkt dat de NO_x emissie bij een omgevingstemperatuur van 4-11 °C ongeveer een factor twee hoger ligt dan bij die zelfde testen uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 20-26 °C.

Deelconclusie 2:

Uit de resultaten van NEDC testen met koude start van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1 die op de testbaan zijn uitgevoerd blijkt dat de NO_x emissie sterk afhankelijk is van de omgevingstemperaturen en de uitgevoerde preconditioneringstest. Bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C en een standaard preconditioneringscyclus (3* EUDC) wordt in een NEDC op de testbaan een NO_x emissie van 157-191 mg/km behaald. Alleen bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C en een aangepaste preconditioneringscyclus wordt in een NEDC test op de testbaan aan de NO_x limietwaarde van 80 mg/km voldaan.

Deelconclusie 3:

In EUDC preconditioneringstesten van de Suzuki Vitara Euro 6 diesel met motorkalibratie 1 wordt de LNT standaard bij snelheden van 80 – 100 km/h drie maal geregenereerd. Hierdoor is bij aanvang van een emissietest de NO_x opslagcapaciteit van de LNT maximaal en kan tijdens de emissietest NO_x worden gebufferd en bij een snelheid van 100 km/h deels omgezet in onschadelijke componenten. Onvolledige LNT regeneraties in de preconditioneringstest leiden tot een verhoogde NO_x emissie in de aansluitende emissietest.

Deelconclusie 4:

De thermische conditie van de motor met motorkalibratie 1 heeft bij verschillende omgevingstemperaturen een verschillende uitwerking op de NO_x emissies. Bij een omgevingstemperatuur van 6 °C daalt de NO_x emissie in een NEDC test met warme start t.o.v. een NEDC test met koude start terwijl bij een temperatuur van 26 °C de NO_x emissie stijgt. De omgevingstemperatuur lijkt van grotere invloed op de NO_x emissies dan de thermische conditie van de motor.

Deelconclusie 5:

In UDC testen van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1 met koude motor start en bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C blijkt na verloop van tijd de NO_x emissie van de motor abrupt te stijgen van 300 naar 450 mg per ECE cyclus. Het tijdstip van deze plotselinge stijging van de NO_x emissie varieert in de verschillende testen, hier is geen verklaring voor gevonden. De sprong van de NO_x emissie wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een actieve aansturing van het EGR systeem dat de hoeveelheid EGR regelt. Dit wordt nader onderzocht op het voertuig met motorkalibratie 2, deze resultaten zijn gerapporteerd in hoofdstuk 5 van dit rapport. Mogelijk zijn andere motorparameters (zoals de brandstofinspuitstrategie) ook van invloed op de NO_x emissies, deze zijn niet onderzocht.

In UDC testen met warme start bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C zijn de NO_x emissies van de motor constant op een niveau tussen 350-530 mg per ECE cyclus en blijkt de EGR-regeling stabiel te functioneren.

Deelconclusie 6:

Bij gelijke omgevingstemperaturen en gelijke preconditioneringscycli blijkt het NO_x emissiegedrag van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1 in 4*UDC testen op de testbaan en op de rollenbank vrijwel identiek. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het emissiegedrag van het voertuig op de rollenbank en op de testbaan overeenkomen en reproduceren en de verschillende soorten meetapparatuur soortgelijke resultaten leveren.

Deelconclusie 7:

In testen bij relatief constante snelheden van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 1 is het emissiegedrag niet reproduceerbaar, de NO_x emissies kunnen meer dan een factor 2 verschillen. De gemeten zuurstofconcentraties in het uitlaatgas variëren, dit duidt op verschillende aansturingen van de EGR systemen. Ook is er soms sprake van een stijgende trend van de NO_x emissies. Verder is het regeneratiegedrag van de LNT in deze test opzet niet verklaarbaar.

Deelconclusie 8:

In RDE testen met motorkalibratie 1 is de NO_x emissie afhankelijk van de omgevingstemperatuur. Bij een omgevingstemperatuur van 13 °C is een substantieel hogere NO_x emissie gemeten dan bij een omgevingstemperatuur van 26 °C (691 versus 420 mg/km).

Deelconclusie 9:

In een NEDC test met motorkalibratie 1 die volgens de typegoedkeuringseisen op de rollenbank is uitgevoerd is de CO₂ emissie 114.9 – 117.2 g/km, dit is 8 - 11% hoger dan de door de fabrikant gespecificeerde waarde. De gemeten NO_x emissie is 64.9 – 83.1 en ligt gemiddeld 7% beneden de Euro 6 limietwaarde. Dit testvoertuig met motorkalibratie 1 voldoet aan de Euro 6 NO_x limietwaarden.

Deelconclusie 10:

Uit de resultaten van NEDC testen op de rollenbank met motorkalibratie 1 met verschillende rijweerstandscurven blijkt dat de CO₂ emissie toeneemt als de rijweerstand toeneemt. Een toename van de rijweerstand heeft een toename van de motorbelasting tot gevolg en dit leidt in dit testprogramma tot een verhoging van de CO₂ emissie van 115 naar 152 g/km (+ 32%). De NO_x emissie varieert tussen 65 en 168 mg/km en heeft geen directe relatie met een toenemende rijweerstand.

Deelconclusie 11:

De door het mobiele meetsysteem SEMS gemeten CO₂ en NO_x emissies van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 1 wijken licht af van de testresultaten die volgens de wettelijke meetmethode op de rollenbank zijn bepaald. Deze afwijkingen zijn voor CO₂ 0.6 – 4.4 % en voor NO_x -2.3 – 2.6 %. Voor de deelconclusies die betrekking hebben op de NO_x emissies in dit onderzoek hebben de genoemde verschillen in meetresultaten van het SEMS systeem en de wettelijke methode op de rollenbank geen gevolgen omdat alle afwijkingen gering zijn.

Deelconclusie 12:

De rijweerstandscurve van het testvoertuig op de testbaan in Lelystad ligt globaal 1,5 tot 5,2 keer hoger dan de door de fabrikant vastgestelde rijweerstandscurve. Het absolute verschil in rijweerstandskracht is over het snelheidsbereik 10-130 km/h is 300 - 400 N. Dit verschil wordt grotendeels veroorzaakt door de kombochten in de testbaan.

Deelconclusie 13:

Uit de resultaten van NEDC testen met koude start van de Suzuki Vitara's Euro 6 diesel met motorkalibratie 2 die op de testbaan bij omgevingstemperaturen van 13 – 23 °C zijn uitgevoerd blijkt dat de NO_x emissie stijgt bij dalende omgevingstemperaturen. Verder is het aantal en de duur van de LNT regeneraties in de preconditioneringstest van invloed op de NO_x emissies in de NEDC test. Bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C en een standaard preconditioneringscyclus (3* EUDC) wordt in een NEDC op de testbaan een NO_x emissie van 200 mg/km behaald.

Deelconclusie 14:

In 3*EUDC preconditioneringstesten met motorkalibratie 2 wordt de LNT drie maal geregenereerd. Om onbekende redenen vinden deze LNT regeneraties soms niet (volledig) plaats. Dit zelfde regeneratiegedrag is bij motorkalibratie 1 waargenomen, zie 4.1.3. Dit betekent dat de NO_x buffercapaciteit aan het begin van een emissietest varieert en dit beïnvloedt de NO_x emissies van de emissietest.

Deelconclusie 15:

De NEDC NO_x emissies met koude start van motorkalibratie 2 zijn substantieel hoger dan de NO_x emissies van een NEDC test met warme start. Dit verschil ontstaat hoofdzakelijk in de eerste 500 s van de NEDC test.

Deelconclusie 16:

In UDC testen op de testbaan en op de rollenbank van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 2 met koude motor start bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C blijkt na verloop van tijd de NO_x emissie van het voertuig abrupt te stijgen van ongeveer 150 naar 450 mg per ECE cyclus. Het tijdstip van deze plotselinge stijging van de NO_x emissie ligt in de twaalfde tot veertiende ECE cyclus

van een UDC test. De sprong van de NO_x emissie wordt (mede) veroorzaakt door een verandering van de actieve aansturing van het EGR systeem dat de hoeveelheid EGR regelt. Mogelijk zijn andere motorparameters (zoals de brandstofinspuitstrategie) ook van invloed op de NO_x emissies, deze zijn niet onderzocht.

Deelconclusie 17:

Bij gelijke omgevingstemperaturen en gelijke preconditioneringscycli blijkt het NO_x emissiegedrag van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 2 in 4*UDC testen op de testbaan en op de rollenbank vrijwel identiek. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het emissiegedrag van het voertuig op de rollenbank gereproduceerd kan worden op de testbaan, het emissiegedrag op de rollenbank en de testbaan vrijwel identiek is en de verschillende soorten meetapparatuur soortgelijke resultaten leveren.

Deelconclusie 18:

In testen met koude start bij constante snelheden van 110 en 130 km/h is sprake van een sterk variërende NO_x emissie. Na de koude start is de NO_x emissie ongeveer 800 mg/km en deze daalt na 2 minuten door inschakeling van het lage druk EGR systeem naar 230 mg/km om na de vierde minuut t.g.v. een LNT regeneratie te dalen naar 43 mg/km. Na de achtste minuut sluit het lage druk EGR systeem gedeeltelijk en stijgt de gemiddelde NO_x emissie naar 272 – 293 mg/km om vervolgens nadat de LNT regeneraties vanaf de 28^e minuut niet meer worden uitgevoerd te stijgen naar 446 mg/km. Onduidelijk is waarom LNT generaties dan niet meer plaatsvinden, dit is niet verder onderzocht.

Deelconclusie 19:

In vier RDE testen met motorkalibratie 2 bij gemiddelde omgevingstemperaturen van 15 tot 19 °C is de gemeten CO₂ emissie 129 – 137 g/km en de NO_x emissie 399 tot 619 mg/km. Deze spreiding van emissies is normaal en past bij de aard van RDE testen die een zekere variatie in uitvoering kan hebben.

Deelconclusie 20:

In een NEDC test met motorkalibratie 2 die volgens de typegoedkeuringseisen op de rollenbank is uitgevoerd is de gemeten CO₂ emissie 118.5 g/km, dit is 12% hoger dan de door de fabrikant gespecificeerde typegoedkeuringswaarde. De gemeten NO_x emissie is 63.5 mg/km, dit is 21% beneden de Euro 6 limietwaarde; Dit testvoertuig met motorkalibratie 2 voldoet aan de Euro 6 NO_x limietwaarden.

Deelconclusie 21:

Uit de resultaten van NEDC testen op de rollenbank met motorkalibratie 2 met verschillende rijweerstandscurven blijkt dat de CO₂ emissie toeneemt als de rijweerstand toeneemt. Een toename van de rijweerstand (RL1 naar RL5) heeft een toename van de motorbelasting tot gevolg en dit leidt tot een verhoging van de CO₂ emissie van 119 naar 175-178 g/km (+ 48%). Tegelijkertijd neemt de NO_x emissie toe van 64 naar 120-141 mg/km (+ 87% tot + 120%).

Deelconclusie 22:

De door het mobiele meetsysteem SEMS gemeten CO₂ en NO_x emissies van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 2 wijken licht af van de testresultaten die volgens de wettelijke meetmethode op de rollenbank zijn bepaald. Deze afwijkingen zijn voor CO₂ 6.6 tot 9.0% % en voor NO_x -2.3 tot 2.6 %. Voor de deelconclusies die

betrekking hebben op de NO_x emissies in dit onderzoek hebben de genoemde verschillen in meetresultaten van het SEMS systeem en de wettelijke methode op de rollenbank geen gevolgen omdat alle afwijkingen gering zijn.

Deelconclusie 23:

De gemeten overdruk waaraan de NO_x-O₂ sensor, die gemonteerd is na de LNT, is blootgesteld in dit testprogramma is gering (maximaal 4 kPa) en de bijbehorende correctie van de gemeten NO_x concentratie is 1.5 – 2.7%, op basis van de drukmetingen. De optredende overdrukken bij de NO_x-O₂ sensor na LNT hebben voor dit geteste voertuig een kleine invloed op de gemeten NO_x concentraties voor de LNT in de ECE testen. Maar de hogere druk verklaart wel een deel van het overblijvende constante verschil tussen de voor en na de LNT metingen, zoals gezien, in bijvoorbeeld Figuur 4-15. De druksensor kan mogelijk de piekwaarden niet geheel volgen. De metingen na de LNT zijn in lagere overdrukken, en gevalideerd aan de laboratoriumresultaten. Daarom moet de meting voor de LNT als meer indicatief beschouwd worden, met een grotere meetonnauwkeurigheid, door de meetomstandigheden voor de LNT.

Deelconclusie 24:

De NO_x emissies van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibraties 1 en 2 zijn in veel testen en omstandigheden soortgelijk. Dit is zowel op de rollenbank als op de testbaan vastgesteld. Motorkalibratie 2 lijkt bij constante snelheden alleen gedurende de eerste 1800 s na de koude start de LNT frequenter te regenereren en verandert de regelstrategie van het lage druk EGR systeem op een later moment dan bij motorkalibratie 1.

Inhoudsopgave

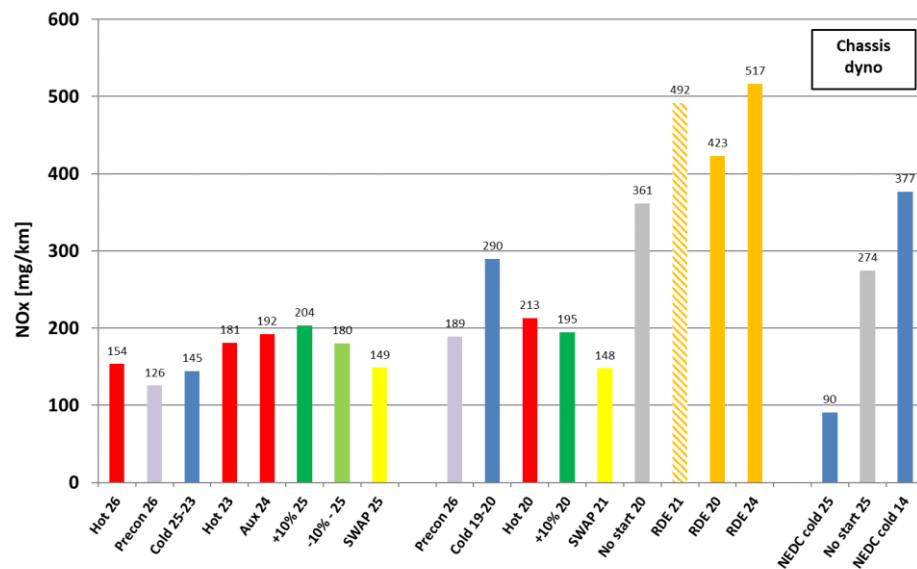
	Samenvatting	2
1	Inleiding	9
1.1	Achtergrond	9
1.2	Doelstellingen	11
1.3	Aanpak	11
1.4	Leeswijzer	12
2	Technische achtergrond en duiding	13
2.1	Emissietestmethoden	13
2.2	Typegoedkeuringstest op de rollenbank	13
2.3	Testcyclus in de typegoedkeuring	14
2.4	Rijweerstand en voertuigmassa	15
2.5	Preconditioneringstest en voertuigconditionering	16
2.6	Limietwaarden van de typegoedkeuringstest op de rollenbank	17
2.7	Overige toegepaste testcycli	17
2.8	Testen op de weg, meetapparatuur en praktijkemissies	18
3	Gegevens testvoertuigen en onderzoeksmethodiek	20
3.1	Voertuiggegevens	20
3.2	Meetapparatuur	22
3.3	Testlocaties	23
3.4	Testcycli	24
3.5	Toegepaste rijweerstandscurven op de rollenbank	25
3.6	Brandstoffen	25
3.7	Methodiek emissieonderzoek	25
4	Resultaten motorkalibratie 1	26
4.1	Onderzoek praktijkemissies op een testbaan en op de openbare weg	26
4.2	Verificatie rollenbankemissies met motorkalibratie 1	51
5	Resultaten motorkalibratie 2	58
5.1	Bepaling van de rijweerstand van het testvoertuig op de testbaan	58
5.2	Onderzoek praktijkemissies op een testbaan en op de openbare weg	60
5.3	Verificatie van emissies op de rollenbank van motorkalibratie 2	77
6	Vergelijk emissies van motorkalibraties 1 en 2	85
7	Discussie	87
8	Conclusies	89
9	Afkortingen	94
10	Referenties	95
11	Ondertekening	96
	Bijlage(n)	

- A Certificaten referentiebrandstof
- B Resultaten emissietesten rollenbank
- C SEMS resultaten testbaan en rollenbank
- D Specificaties rollenbank

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In een door RDW uitgevoerd emissieonderzoek dat in juli 2017 is gerapporteerd [RDW 2017], zijn eerste verkennende emissietesten aan een Suzuki Vitara Euro 6b diesel uitgevoerd. Deze emissietesten zijn op de testbaan bij de RDW in Lelystad uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 20 tot 26 °C. De gemeten NO_x emissies op de testbaan varieerden van 126 tot 361 mg/km, zie Figuur 1-1. Deze bleken voor dit voertuigmodel 1,8 – 3,6 keer hoger te zijn dan de toegestane NO_x emissies in de typegoedkeuringstest, van 80 mg/km. Ook zijn er toen een drietal testen op de rollenbank uitgevoerd, bij een omgevingstemperatuur van 25 °C en bij 14 °C. Alleen in de NEDC typegoedkeuringstest werd een NO_x emissie van 90 mg/km gemeten. In de NEDC test die aanvang met een warmgedraaide motor bedroeg de NO_x emissie 274 mg/km en in een test met koude start met een omgevingstemperatuur van 14 °C was de NO_x emissie 377 mg/km.



Figuur 1-1: NO_x testresultaten van eerste verkennende metingen in een RDW onderzoek uit 2017 op een Suzuki Vitara Euro 6b diesel. In de RDE test met de gearceerde balk is het roetfilter geregenereerd.

Vervolgens zijn de testresultaten door de RDW besproken met de fabrikant Suzuki en is het volgende gerapporteerd [RDW 2017] :

‘Tijdens het gesprek heeft Suzuki de testresultaten van de RDW onderschreven. Suzuki heeft verklaard dat de gemeten emissiewaarden het resultaat zijn van een combinatie van gekozen techniek, gebruikte componenten en de inregeling van systemen.

Suzuki heeft de emissiestrategie van de voertuigen uitgelegd. Voor de toelichting over de werking van de motor heeft Suzuki de fabrikant van de motor (Fiat Chrysler Automotive – FCA) deel laten nemen aan het toezichtgesprek. FCA kon geen verklaring geven over de constatering dat de tijdsduur van inschakeling van de motor effect heeft op de werking van het uitlaatgasrecirculatiesysteem. FCA heeft tegengesproken dat er een tijd gerelateerde schakelaar in het voertuig aanwezig is. De RDW heeft aangegeven dat de tijd dat de motor draait geen element kan zijn om de motor te beschermen en dat dit ontoelaatbaar is. Aanvullend heeft FCA aangegeven dat ook het Italiaanse ministerie van Transport, welke verantwoordelijk is voor de afgegeven typegoedkeuring, testen heeft uitgevoerd en daarbij geen tijd gerelateerde schakelaar is geconstateerd.

De RDW heeft Suzuki en FCA tevens gevraagd een toelichting te geven op het emissiebestrijdingssysteem en of er gebruik wordt gemaakt van een regeling van het uitlaatgasrecirculatiesysteem. Suzuki en FCA hebben aangegeven dat dit systeem niet wordt uitgeschakeld op basis van de omgevingstemperatuur. Wel wordt er op basis van de omgevingstemperatuur gebruik gemaakt van modulatie. Hoewel er volgens Suzuki en FCA geen noodzaak is voor aanpassing van de voertuigen, heeft Suzuki wel aangegeven dat er een software-update voor verschillende voertuigen, waaronder de Suzuki Vitara, beschikbaar is en welke ook doorgevoerd wordt in de lopende productie en wordt uitgerold voor het bestaande wagenpark. Vervolgens heeft de RDW aangegeven deze update te willen testen om de gevolgen voor de werkelijke NO_x-emissies te kunnen toetsen. Daarnaast is het van belang om vast te stellen of de tijd dat de motor draait na update wel of niet van invloed is op het emissiegedrag.

In januari 2017 is er door de RDW een voertuig getest in het testlaboratorium van FCA in Italië met de voorgestelde software-update. Vervolgens is deze test in Nederland herhaald met een willekeurig ander voertuig dat de software-update heeft gehad. Deze test is uitgevoerd op het RDW testcentrum.’

RDW heeft in 2018 aan TNO opdracht verleend voor de uitvoering van een emissie-onderzoek van een Suzuki Vitara Euro 6b diesel met de originele en aangepaste motorkalibraties. Het belangrijkste doel van dit vervolgonderzoek is om het NO_x emissiegedrag van dit voertuig met de beide motorkalibraties in kaart te brengen. Het gemeten emissiegedrag met de originele motorkalibratie laat verhoogde NO_x emissies zien onder praktijkcondities.

Het feitelijke emissiegedrag in kaart brengen is één van de onderdelen die nodig is om te kunnen beoordelen of er sprake is van aanwezigheid van een illegale manipulatievoorziening. Benadrukt wordt dat dit TNO onderzoek geen uitspraak doet of een manipulatievoorziening (defeat device) in het voertuig aanwezig is.

Dit rapport is een verslag van metingen aan het feitelijke emissiegedrag van twee Suzuki Vitara's Euro 6b diesel met twee motorkalibraties: die van voor en na de service update. Het voertuigmodel heeft op 9 januari 2015 een Europese typegoedkeuring (e4 * 715/2007 * 136/2014W * 0658 * 00) van de Dienst voor Wegverkeer (RDW) verkregen. De letter W in het typegoedkeuringsnummer verwijst naar de emissienorm Euro 6b. De aanduiding Euro 6b betekent dat de emissies aan bepaalde normwaarden, zoals beschreven in Verordening 136/2014, moeten voldoen.

1.2 Doelstellingen

De hoofddoelstelling van dit onderzoek is het in kaart brengen van het NO_x emissiegedrag van een Suzuki Vitara Euro 6 diesel met een originele motorkalibratie en met een door Suzuki/FCA aangepaste motorkalibratie (eerder aangeduid als 'service update').

Hiertoe kent dit onderzoek de volgende tien deeldoelstellingen:

- 1 Verificatie van uitlaatemissies in een typegoedkeuringstest op een rollenbank.
- 2 Verificatie van de rijweerstandcurve.
- 3 Bepaling van het effect van verschillende rijweerstandcurven op uitlaatemissies.
- 4 Bepaling van uitlaatemissies in een typegoedkeuringstest en andere emissietesten op een testbaan.
- 5 Onderzoek naar de toegepaste EGR-regelstrategieën.
- 6 Onderzoek naar emissiegedrag in de opwarmfase van de motor.
- 7 Bepaling van gemiddelde praktijkemissies in Real Driving Emission (RDE) testen op de openbare weg.
- 8 Het vaststellen van de invloed van de twee verschillende motorkalibraties op de voertuigemissies.
- 9 Het vaststellen van de invloed van verschillende omgevings- en koelwatertemperaturen op de voertuigemissies bij de twee motorkalibraties.
- 10 Het onderzoeken van het emissiegedrag van het voertuig met beide motorkalibraties in relatie tot (cumulatieve) parameters zoals bedrijfstijd, brandstofverbruik, afgelegde weg en toerental.
- 11 Het vaststellen van de invloed van verschillende preconditioneringscycli op de resultaten van een emissietest.

Benadrukt wordt dat het onderzoek niet als doel heeft te onderzoeken of een manipulatievoorziening (defeat device), zoals in de wetgeving verboden, in het voertuig aanwezig is. Daarover wordt in dit rapport dus ook geen uitspraak gedaan. Het rapport draagt wel informatie aan voor de verdere inhoudelijke behandeling van een dergelijke vraagstelling.

1.3 Aanpak

In dit onderzoek zijn de testactiviteiten uitgevoerd op twee Suzuki Vitara's Euro 6b diesel voertuigen. Eén voertuig beschikte over motorkalibratie 1 en het andere voertuig over motorkalibratie 2. Het onderzoek is gebaseerd op emissietesten die zijn uitgevoerd op de testbaan van de RDW in Lelystad en op een rollenbank van Horiba Europe GmbH te Oberursel. Ook zijn enkele zogenaamde RDE testen op de weg uitgevoerd. Het tijdschema van de uitgevoerde activiteiten is opgenomen in Tabel 1-1.

Tabel 1-1: Tijdschema onderzoeksactiviteiten

<u>Datum of periode</u>	<u>Activiteit</u>
Maart 2018	Instrumentatie voertuig 1
Maart – Juni 2018	Uitvoering emissietesten op de testbaan voertuig 1
Augustus 2018	Rollenbank testprogramma voertuig 1
Oktober 2018	Uitvoering emissietesten op de testbaan voertuig 1
Juni 2018	Instrumentatie voertuig 2
Juni – November 2018	Uitvoering emissietesten op de testbaan voertuig 2
December '18 – Januari '19	Rollenbank testprogramma voertuig 2
Februari - Mei 2019	Uitvoering emissietesten op de testbaan voertuig 2
Januari - Juli 2019	Rapportage

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk twee van dit rapport wordt, gegeven het specialistische karakter, eerst algemene informatie gegeven over de verschillende onderdelen van een emissietestprocedure.

Hoofdstuk drie beschrijft de gegevens van het geteste voertuig, de gebruikte testapparatuur, de testlocaties, testcycli en de gebruikte brandstof.

De testresultaten van het voertuig met motorkalibratie 1 worden gerapporteerd in hoofdstuk 4 en in hoofdstuk 5 worden de testresultaten van het voertuig met motorkalibratie 2 weergegeven.

In hoofdstuk 6 worden de resultaten van motorkalibratie 1 en 2 vergeleken.

Na de discussie in hoofdstuk 7 volgen de conclusies in hoofdstuk 8.

Het rapport omvat verder bijlagen A t/m D.

2 Technische achtergrond en duiding

Gegeven het specialistische karakter van de uitvoering van emissietesten bij wegvoertuigen worden in dit hoofdstuk de verschillende onderdelen van een emissietestprocedure toegelicht. Op een aantal plaatsen wordt in dit hoofdstuk een verbinding gelegd met het onderzochte voertuig (de Suzuki Vitara). De informatie in dit hoofdstuk moet worden gelezen als achtergrond, de beschrijving van het feitelijke onderzoek staat in de hoofdstukken 1 en 3 t/m 6.

2.1 Emissietestmethoden

Emissietesten kunnen in testlaboratoria en op de weg worden uitgevoerd. Deze twee testmethoden worden ingezet voor verschillende doeleinden.

- In testlaboratoria met een rollenbank kunnen de testcondities goed worden ingesteld en constant worden gehouden. De meetapparatuur staat in een vaste opstelling en dat resulteert in gedefinieerde meetcondities en daardoor is een relatief hoge meetnauwkeurigheid mogelijk. Dit geheel resulteert in een goede reproduceerbaarheid van emissietesten en maakt een vergelijk van testen in verschillende laboratoria mogelijk.
- Op de weg kunnen condities in korte tijd sterk variëren, dat wordt veroorzaakt door windkracht, rijrichting, hellingshoeken van het wegdek alsook buitentemperatuur en rijstijl (rustig versus sportief en stuurpositie in bochten). De testresultaten van wegstesten variëren door dit alles meer dan op een rollenbank. Het kenmerk van praktijkemissies op de weg is dat deze een grote spreiding kunnen hebben en dus moeilijk reproduceerbaar zijn.
- Op de weg kan wel gepoogd worden de laboratoriumtest na te bootsen. In dit onderzoek is daarvan gebruik gemaakt. Daarom is er veel aandacht gegeven aan de zaken die het verschil maken tussen de laboratoriumomstandigheden, en afwijkingen daarvan.

Toepassing van de wettelijke emissiemetmethode op de weg betekent een verzwaring van emissie-eisen. Tot 2017 werden voertuigen in een typegoedkeuring voor emissies alleen op een rollenbank getest, dit is ook het geval met de in dit onderzoek geteste Suzuki Vitara Euro 6b diesel.

Onafhankelijke partijen mogen voor nieuwe voertuigmodellen die vanaf 1 september 2019 op de markt zijn gekomen met een zogenaamde Euro 6d temp typegoedkeuring ook emissietesten op de weg doen (RDE testen) als onderdeel van de typegoedkeuringseisen. Maar, veel belangrijker, de fabrikant verklaart dat het Euro-6d voertuig voldoet aan deze RDE eisen in een breed bereik aan omstandigheden en inzet. Een onafhankelijke partij heeft de mogelijkheid dat te controleren, waarop de typekeuringsinstantie moet acteren.

In dit Suzuki Vitara onderzoek zijn emissietesten op de rollenbank en op de weg uitgevoerd.

2.2 Typegoedkeuringstest op de rollenbank

Een NEDC (zie paragraaf 2.3) typegoedkeuringstest voor bepaling van uitlaatgasemissies, die elk nieuw voertuigtype t/m Euro 6b moest ondergaan, wordt uitgevoerd op een rollenbank, zie Figuur 2-1. De reden hiervoor is dat de

testcondities goed zijn gedefinieerd en dat een dergelijke test in principe door een willekeurig testlaboratorium uitgevoerd kan worden; de testresultaten van verschillende laboratoria zijn dan in principe gelijk, ofwel reproduceerbaar.

Een volledige procedure voor bepaling van voertuigemissies bestaat uit de volgende acht stappen:

1. Bepaling van de rijweerstandscurve van het voertuig op de weg (coast-down test).
2. Installatie van het voertuig op de rollenbank.
3. Opwarming van het voertuig in de uit te voeren NEDC testcyclus.
4. Afstelling van de rijweerstandscurve op de rollenbank.
5. Uitvoering van een herhaalde EUDC preconditioneringscyclus.
6. Voertuigconditionering (soak) met stilstaand voertuig gedurende 6 - 30 uur in een geconditioneerde ruimte van 20-30 °C.
7. Uitvoering van de NEDC emissietest op de rollenbank.
8. Controle van de rijweerstandscurve bij deze rollenbankinstelling.

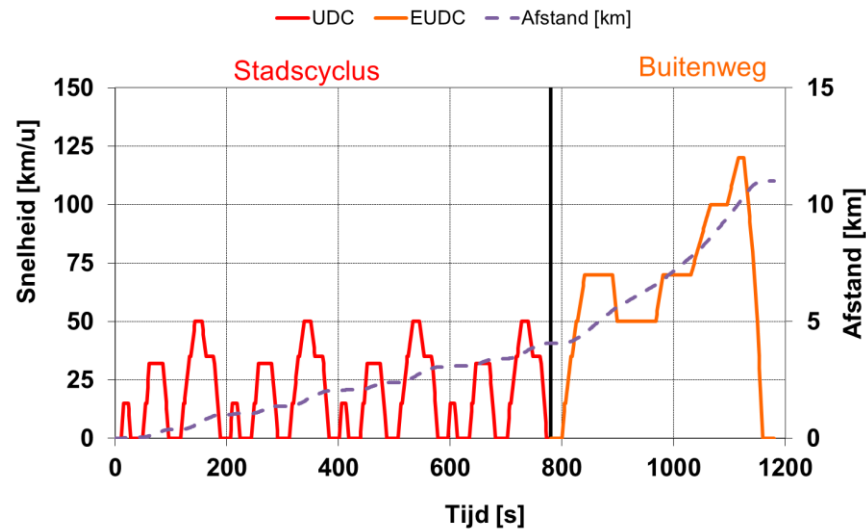


Figuur 2-1: Een Suzuki Vitara op de rollenbank.

2.3 Testcyclus in de typegoedkeuring

Een gedefinieerde testcyclus in de typegoedkeuringstest is een voorwaarde voor reproduceerbare testresultaten. Voor de Suzuki Vitara Euro 6b diesel is de zogenaamde NEDC test (New European Driving Cycle) van toepassing. In Figuur 2-2 is het snelheidspatroon van de NEDC testcyclus weergegeven. Deze testcyclus wordt gestart met een koude motor en duurt 1180 seconden. Er wordt gedurende de test een equivalente afstand van 11 kilometer afgelegd. De geteste Suzuki Vitara heeft een handgeschakelde versnellingsbak; het schakelen van de versnellingen in de emissietest vraagt een actieve handeling van de testrijder. Een NEDC test begint met een koude motor, de koelvloeistof- en olietemperatuur zijn dan gestabiliseerd tussen 20 en 30 °C; Men spreekt wel van een test met koude start. In dit onderzoek worden om uiteenlopende redenen soms ook wel tests met een zogenaamde 'warme start' uitgevoerd, de koelvloeistoftemperatuur is dan dan bij aanvang van de emissietest hoger dan 70 °C.

De NEDC test bestaat uit een stadscyclus, de UDC (Urban Driving Cycle), en de buitenweg cyclus, de EUDC (Extra Urban Driving Cycle). De UDC is zelf weer opgebouwd uit vier herhalingen van de ECE test, die weer bestaat uit drie aparte acceleraties tot 15, 35 en 50 km/h. Een ECE test is op 59 meter na, 1 kilometer lang. De EUDC test is op 45 meter na, 7 kilometer lang.



Figuur 2-2: NEDC testcyclus die toegepast wordt in de typegoedkeuring op de rollenbank.

2.4 Rijweerstand en voertuigmassa

De rijweerstand en de voertuigmassa van het voertuig worden op de rollenbank gesimuleerd en per voertuigtype ingesteld. Beide worden in de typegoedkeuringstest volgens wettelijke voorschriften/procedures bepaald.

Bepaling van de voertuigmassa gebeurt d.m.v. weging van het voertuig in een gedefinieerde conditie (bijv. met een volle brandstoftank, en toevoeging van een vast gewicht voor de bestuurder). Hieruit volgt de referentiemassa die leidt tot een inertia waarde of traagheidsmoment die wordt ingesteld op de rollenbank.

De rijweerstand bestaat uit een rolweerstand en luchtweerstand. Deze wordt op een vlak stuk weg bepaald door het voertuig vanaf hoge snelheid (130 km/h) uit te laten rollen tot een lage snelheid (10 km/h) en tegelijkertijd het snelheidsverloop in de tijd te meten. In Figuur 2-3 is een voorbeeld van de resultaten van een dergelijke snelheidsmeting weergegeven. Uit dit snelheidsverloop kan de rijweerstand worden berekend die vervolgens wordt ingesteld op de rollenbank d.m.v. drie parameters, een voorbeeld van deze parameters is weergegeven in Tabel 2-1.

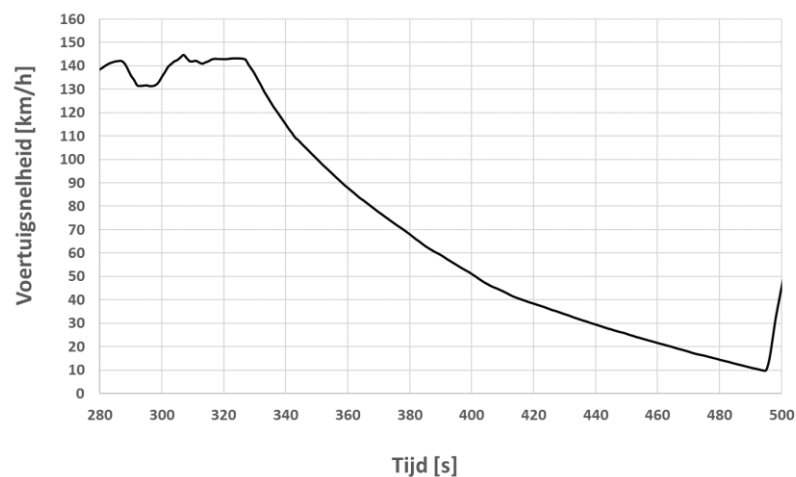
De totale rijweerstandskracht (F_{totaal} , in Newton) bij constante snelheden (v) wordt in de volgende vergelijking berekend.

$$F_{\text{totaal}} = F_0 + F_1 \cdot v + F_2 \cdot v^2$$

Tabel 2-1: Voorbeeld van parameters voor instelling van de rijweerstandscurve op de rollenbank.

Parameter	Eenheid	Waarde
F0	[N]	100
F1	[N/(km/h)]	3.50
F2	[N/(km ² /h ²)]	0.035

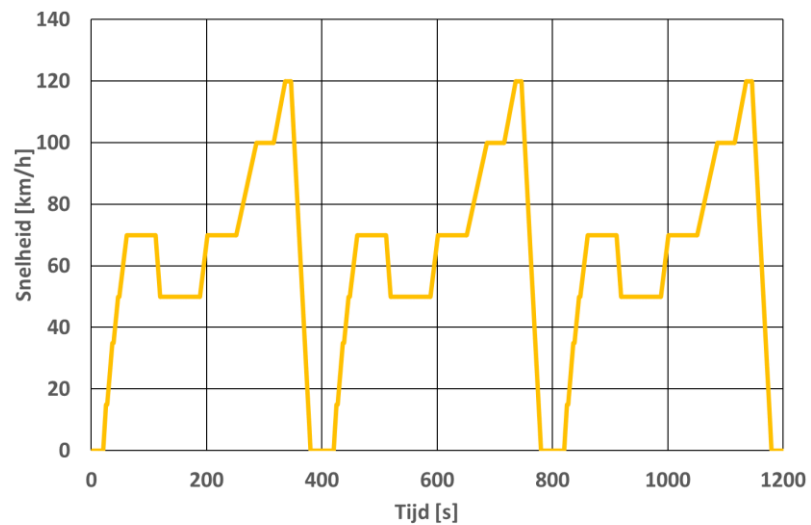
De bepaling van een rijweerstandscurve, buiten, volgens de wettelijk voorgeschreven procedure, levert over het algemeen relatief gunstige resultaten op omdat daarvoor de test vaak in ideale omstandigheden wordt uitgevoerd (de rijweerstandswaarden zijn relatief laag). Bij een meer praktijkgerichte bepaling van de rijweerstandscurve blijkt deze vaak substantieel hoger te zijn. Dit verschil is één van de oorzaken van de verschillen tussen emissies die in het laboratorium en op de weg met eenzelfde voertuig zijn gemeten.



Figuur 2-3: Voorbeeld van een testresultaat t.b.v. de bepaling van de rijweerstand van een voertuig. Deze test wordt een aantal malen herhaald (hier niet weergegeven).

2.5 Preconditioneringstest en voertuigconditionering

In een typegoedkeuringstest op de rollenbank worden hoge eisen gesteld aan de reproduceerbaarheid en herhaalbaarheid van de emissietest. Ook dient de motor bij aanvang van de test koud te zijn. Om dit te kunnen realiseren zijn de preconditionering en – aansluitend - voertuigconditionering van het voertuig gedefinieerd. Preconditionering vindt plaats door het rijden van een testcyclus op de rollenbank voorafgaand aan de typegoedkeuringstest. Voor de Suzuki Vitara Euro 6 diesel is een zogenaamde 3*EUDC preconditioneringstest van toepassing, zie Figuur 2-4. Deze testcyclus duurt 1200 seconden waarbij een afstand van ongeveer 21 kilometer wordt ‘gereden’.



Figuur 2-4: Testcyclus (3* EUDC) voor de preconditionering van de Suzuki Vitara

Na de preconditionering wordt het voertuig in een conditioneringsruimte geplaatst met een geregelde temperatuur (20 tot 30 °C) en koelt het voertuig 6 tot 36 uur af.

In de praktijk wordt de preconditioneringstest vaak op de dag voorafgaand aan de emissietest uitgevoerd en vindt de voertuigconditionering gedurende de nacht voorafgaand aan de typegoedkeuringstest plaats.

2.6 Limietwaarden van de typegoedkeuringstest op de rollenbank

De Europese wetgeving van wegvoertuigen die opgesteld is in de richtlijnen EC 715/2007 en EC 692/2008 stelt o.a. limietwaarden aan CO, THC, NO_x, PM en, vanaf Euro-5b, PN emissies in een typegoedkeuringstest. In Tabel 2-2 zijn de limietwaarden vermeld die van toepassing zijn op de onderzochte Suzuki Vitara Euro 6b diesel.

Tabel 2-2: Limietwaarden voor de emissies van de Suzuki Vitara Euro 6 diesel

CO	NO _x	THC+NO _x	PM	PN
[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[#/km]
500	80	170	4.5	6.0 * 10 ¹¹

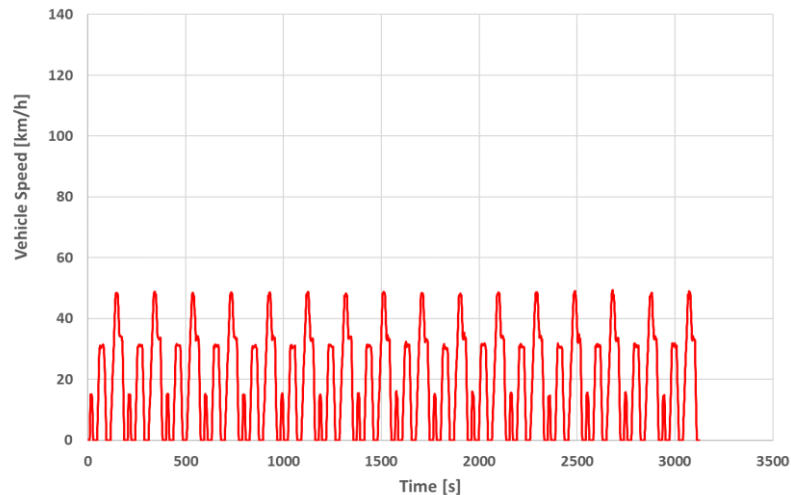
De CO₂ emissies zijn in voornoemde Europese richtlijnen niet gelimiteerd maar worden voor ieder voertuigtype wel gemeten en gespecificeerd. Voor de geteste Suzuki Vitara Euro 6 diesel is de gespecificeerde CO₂ emissie in de NEDC testcyclus 106 g/km.

2.7 Overige toegepaste testcycli

Naast NEDC testen zijn in dit onderzoek ook nog de volgende emissietesten uitgevoerd

- Testen met constante rijsnelheden (50, 80, 100, 110, 120 en 130 km/h).
- UDC testen, zie Figuur 2-5.

De eerste 780 s van de NEDC testcyclus betreft een snelheidspatroom tot 50 km/h. Dit zogenaamde stadsdeel van de NEDC (zie Figuur 2-2) wordt aangeduid als de UDC test (Urban Driving Cycle). De UDC test bestaat uit vier gelijke delen (vier ECE test cycli met een duur van 195 s). Door deze ECE testen te herhalen kan een beeld van het emissiegedrag in de tijd worden verkregen. Als de motor warm en stabiel is, zou elke herhaling dezelfde emissies moeten geven. De UDC test is bij de uitgevoerde testen vier maal herhaald en bestaat in dit geval uit 16 ECE cycli met een totale duur van 3120 seconden.



Figuur 2-5: 4* UDC testcyclus, 16 kilometer in totaal.

2.8 Testen op de weg, meetapparatuur en praktijkemissies

In de afgelopen decennia is gebleken dat op de weg gemeten praktijkemissies veel hoger kunnen zijn dan de emissies die in het laboratorium worden gemeten. Dit geldt met name voor CO₂ en NO_x emissies. Dit heeft in 2017 geleid tot nieuwe wetgeving die ook emissietesten op de weg voorschrijft. Het voertuig wordt dan uitgerust met speciale mobiele meetapparatuur, ook wel genoemd Portable Emission Measurement System (PEMS). De toegepaste testcyclus is een zogenaamde Real Driving Emission (RDE) test. Een RDE test duurt 90-120 minuten en wordt uitgevoerd in de stad, op buitenwegen en op snelwegen.

PEMS meetapparatuur heeft verschillende uitlaatgasanalysatoren en de bediening hiervan is zeer complex en tijdrovend. TNO heeft de beschikking over PEMS systemen, maar heeft zelf ook een eenvoudiger meetsysteem ontwikkeld, het zogenaamde Smart Emission Measurement System (SEMS). Dit systeem is gebaseerd op een combinatie van bestaande sensoren en een zelf ontwikkelde datalogger. Het SEMS systeem wordt inmiddels door TNO al meerdere jaren voor veel emissiemetingen ingezet en is ook toegepast in dit project.

De kwaliteit van de testen met mobiele meetapparatuur op de weg is minder dan die van rollenbankmetingen, maar is effectief te gebruiken, zeker in combinatie met een validatie op de rollenbank. Regelmatig wordt de prestatie van het SEMS systeem ook gecontroleerd in correlatie-experimenten, waarin SEMS samen met

gecertificeerde laboratoriumapparatuur wordt gebruikt. Een mobiele meetopstelling maakt het meten van praktijkemissies goed mogelijk.

In vergelijking met rollenbanktesten kunnen de emissies zoals gemeten bij testen op de weg sterker variëren, dit wordt onder andere veroorzaakt door de volgende elementen:

- Op de weg kunnen de condities variëren. De belangrijkste condities zijn: het type wegdek, de hellingshoek van een weg, de bochtradius, de windkracht en windrichting, de buitentemperatuur, de luchtvochtigheid en eventuele neerslag.
- Verder kunnen de rijomstandigheden in de praktijk sterk verschillen, te denken valt aan voertuigbelading, gebruik van het voertuig (airconditioning, elektrische verbruikers, ramen open of gesloten), rijstijl (rustig versus sportief), snelheid en de actuele verkeerssituatie.

Emissietesten op de weg zijn dus niet zo zeer slechter dan rollenbanktesten maar verschillen van rollenbanktesten en kennen meer variatie in omgevingscondities en rijomstandigheden.

3 Gegevens testvoertuigen en onderzoeksmethodiek

3.1 Voertuiggegevens

In Tabel 3-1 zijn de gegevens van de twee geteste Suzuki Vitara's weergegeven. De voertuigen zijn gedurende de levensduur volgens de voorschriften van de fabrikant onderhouden. Aangezien de testvoertuigen tijdens het testprogramma jonger zijn dan vijf jaar en minder dan 100,000 km hebben gereden dienen deze aan de 'In-Service-Conformity' eisen te voldoen.



Tabel 3-1: Gegevens geteste Suzuki Vitara's

Merk & Type	[-]	Suzuki Vitara
Klasse	[-]	Passagiersvoertuig
Voertuigklasse	[-]	M
Brandstof	[-]	Diesel
Chassisnummers	[-]	1. TSML YD81S00124642 2. TSML YD81S00183218
Slagvolume motor	[cm ³]	1598
Max. Vermogen	[kW]	88
Versnellingsbak		Handgeschakeld 6v
Emissieklasse	[-]	Euro 6b
Emissiesystemen		Lage en hoge druk EGR-systeem Lean NOx Trap (LNT), Roetfilter (DPF)
Typegoedkeuringsinstantie	[-]	RDW
Typegoedkeuringsnummer	[-]	e4*2007/46*0928*02
Voertuigmassa leeg	[kg]	1205
Kilometerstand voertuig 1	[km]	95,068
Kilometerstand voertuig 2		40,500
Data eerste registratie		8 juli 2015 9 januari 2016
Motorkalibratie 1, voor update		33980-55P0*0003
Verificatienummer kalibratie 1		4F C6 B9 40
Motorkalibratie 2, na update		33980-55P0*0004
Verificatienummer kalibratie 2		96 9B 4E CC

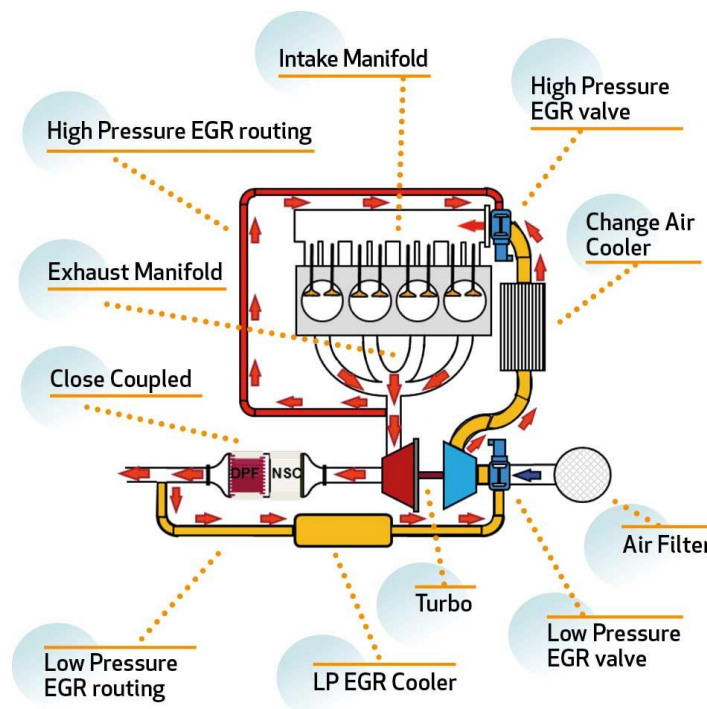
Figuur 3-1 geeft een schematisch overzicht van de luchtinlaat- en (emissie)uitlaattrajecten en de toegepaste emissiereductie technologieën van de motor van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel.

De NO_x emissies van deze motor worden geregeld door vier technologieën of subsystemen, deze zijn:

- De brandstofinspuitstrategie, de brandstof kan in meerdere deelinjecties en op verschillende tijdstippen worden toegediend.
- Het hoge druk EGR systeem: Een deel van de lucht in de motor wordt, afhankelijk van de toegepaste EGR regelstrategie, door dit systeem vervangen door ongefilterd uitlaatgas waardoor minder zuurstof beschikbaar is voor de vorming van NO_x.
- Het lage druk EGR systeem, een deel van de lucht in de motor wordt, afhankelijk van de toegepaste EGR regelstrategie, vervangen door gefilterd en gekoeld uitlaatgas waardoor minder zuurstof beschikbaar is voor de vorming van NO_x.
- De Lean NO_x Trap (LNT) (ook wel NSC genoemd), deze slaat in eerste instantie in de motor gevormde NO_x op om het daarna deels om te zetten in onschadelijke componenten, bij tijdelijke toevoeging van onverbrande brandstof.

De PM/PN of deeltjesemissie wordt grotendeels bepaald door het filtratierendement van het roetfilter (ook wel DPF of Diesel Particulate Filter genoemd).

Filtratierendementen van meer dan 95% zijn onder praktijkomstandigheden gebruikelijk.



Figuur 3-1: Schematische weergave van de Euro 6b dieselmotor van de Suzuki Vitara met hoge- en lage druk EGR systemen.

3.2 Meetapparatuur

3.2.1 Rollenbank:

De in dit project gebruikte rollenbank bij Horiba Europe GmbH voldoet aan de wettelijke eisen voor een typegoedkeuring en is gecertificeerd voor NEDC en WLTP typekeuringstesten volgens ISO 17025. De rollenbank bestaat uit twee rollen waarop de voor- en achteras van het voertuig worden geplaatst. Voor het meten van emissies wordt gebruikt gemaakt van een verdunningstunnel met Constant Volume Sampler (CVS), monsternamemezakken en uitlaatgasanalysatoren die zowel verdund als onverdund uitlaatgas analyseren. In bijlage D zijn de detailspecificaties van de rollenbank weergegeven.



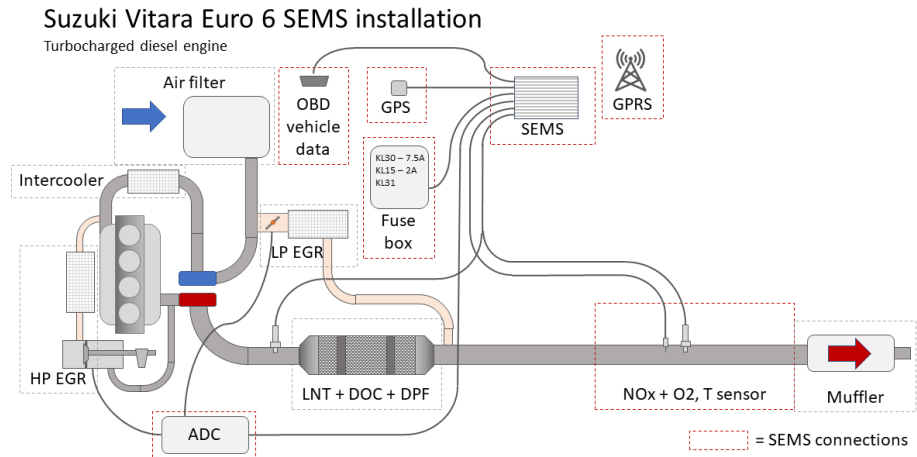
Figuur 3-2: Rollenbank en meetapparatuur voor het uitvoeren van een emissietest

3.2.2 Mobiel meetsysteem SEMS

De metingen die zijn uitgevoerd op en nabij de RDW testbaan in Lelystad zijn met een SEMS meetsysteem uitgevoerd. Figuur 3-3 toont schematisch de aansluiting van SEMS op de motor van de Suzuki Vitara.

SEMS testresultaten zijn gebaseerd op gekalibreerde $\text{NO}_x\text{-O}_2$ sensoren die in het uitlaatsysteem voor en na de Lean NO_x Trap (LNT) zijn gemonteerd en voertuigdata die van het OBD-systeem worden afgetakt. Tevens worden via een GPS ontvanger, die deel uitmaakt van SEMS, positiegegevens van het testvoertuig bepaald. Nadat de testdata via een mobiele dataverbinding in een database zijn opgeslagen vinden er correcties plaats, signaaluitlijning en berekeningen. In het testprogramma op de rollenbank is dit SEMS meetsysteem gevalideerd.

Een belangrijk onderdeel van de NO_x reductie is de toepassing van EGR (Exhaust Gas Recirculation) in de motor waarbij een deel van het uitlaatgas aan de cilinder wordt teruggevoerd. De Suzuki Vitara is uitgerust een zogenaamd hoge- en lage druk EGR systeem. Om inzicht te krijgen in de werking van de EGR zijn de positie signalen (analoge gelijkspanning) van de lage en hoge druk EGR klep met SEMS gelogd. Daarnaast zijn er ook motorsignalen gelogd die inzicht verschaffen over de werking van het EGR systeem.



Figuur 3-3: Schematische weergave van de Euro 6b dieselmotor van de Suzuki Vitara en het SEMS meetsysteem.

3.3 Testlocaties

3.3.1 Rollenbank

De rollenbank van Horiba Europe GmbH is gevestigd in Oberursel (Taunus) in Duitsland. Voor uitvoering van de rollenbankmetingen is het testvoertuig via een autotransport naar Horiba vervoerd.

3.3.2 Test Centrum Lelystad (TCL)

De eerste verkennende emissietesten zijn uitgevoerd op de testbaan van de RDW in Lelystad, zie Figuur 3-4. Deze heeft een lengte van 2.8 kilometer waarvan 1.4 kilometer rechte baan en 1.4 kilometer (kom)bochten.



Figuur 3-4: RDW Testbaan Lelystad (TCL)

3.3.3 RDE route Lelystad

In de omgeving van Lelystad heeft de RDW een RDE route ontwikkeld. Deze heeft een lengte van 87 kilometer en bevat een stadsdeel, buitenwegdeel en snelwegdeel.



Figuur 3-5: RDE route Lelystad

3.4 Testcycli

In dit onderzoek zijn testen uitgevoerd met de volgende testcycli:

- NEDC met koude motor start, zie paragraaf 2.3.
- NEDC met warme motor start, zie paragraaf 2.3.
- EUDC test met warme motor start, zie paragraaf 2.5.
- Constante snelheden (80, 100, 120 en 130 km/h).
- UDC test met koude motor start, zie paragraaf 2.7.
- UDC test met warme motor start, zie paragraaf 2.7.
- RDE test, zie paragraaf 3.3.3.

In Tabel 3-2 is een overzicht van parameters van de toegepaste testcycli opgenomen.

Tabel 3-2: Overzicht test cycli

Test	Afstand [km]	Duur [s]	Gemiddelde Snelheid [km/h]
NEDC	11,0	1180	33,6
3* EUDC	20,8	1200	62,4
4* UDC	16,3	3120	18,7
ECE	1,0	195	18,7
RDE Lelystad	83,0	5617*	55,9*

*Indicatie. De duur en snelheid van een RDE test zijn afhankelijk van de actuele verkeerssituatie.

Voor de uitvoering van de testen op de testbaan in Lelystad is door de RDW een zogenaamde 'drivers aid' in het testvoertuig gemonteerd. Een drivers aid display instrueert de chauffeur over het te volgen snelheidsprofiel en schakelschema van een handgeschakelde versnellingsbak.

3.5 Toegepaste rijweerstandscurven op de rollenbank

In dit emissieonderzoek zijn op de rollenbank testen uitgevoerd met vijf verschillende instellingen van de rollenbank (RL1 t/m RL5). In Table 3-3 zijn de parameters van de vijf toegepaste rijweerstandscurven weergegeven.

Table 3-3: Parameters van de vijf toegepaste rijweerstandscurven op de rollenbank

Bron	Inertia [kg]	F0 [N]	F1 [N/km]	F2 [N/km ²]
OEM (RL1)	1360	66.4	0.63	0.0358
TCL (RL 2)	1422	99.1	1.03	0.0350
TCL (RL 3)	1422	150.0	1.03	0.0350
TCL (RL 4)	1422	220.0	1.03	0.0350
TCL (RL 5)	1414	340.0	-0.79	0.0553

3.6 Brandstoffen

In het rollenbankprogramma is de diesel referentiebrandstof CEC-RF-Euro 6 B7 gebruikt, de certificaten zijn in bijlage A opgenomen.

De emissietesten op de testbaan in Lelystad zijn met diesel handelsbrandstof met EN590 specificatie uitgevoerd.

3.7 Methodiek emissieonderzoek

Het NO_x emissiegedrag van de motor en de LNT van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel zijn in detail onderzocht en daarbij is gekozen voor de volgende testmethodieken:

- Uitvoering van gedefinieerde test cycli.
- Eenduidige opbouw van de UDC emissietest: Doordat een 4*UDC test uit 16 ECE cycli bestaat en de emissies per ECE cyclus wordt bepaald, kan goed inzicht worden verkregen in het emissiegedrag in de tijd omdat de testresultaten van de ECE cycli vergeleken kunnen worden.
- Verder zijn in testen de emissies voor en na LNT gemeten, dit geeft inzicht in het emissie gedrag van de motor en de LNT.
- Preconditioneringstesten van de 4*UDC emissietesten meten en rapporteren als emissietest.
- Uitvoering van identieke emissietesten op de testbaan en op de rollenbank.

4 Resultaten motorkalibratie 1

De resultaten van het emissieonderzoek zijn in dit hoofdstuk thematisch weergegeven met als doel de leesbaarheid van dit rapport te verhogen. Dit betekent dat resultaten van testen die op verschillende tijdstippen zijn uitgevoerd met elkaar worden vergeleken. In enkele gevallen worden ook resultaten van het eerder uitgevoerde verkennende RDW emissieonderzoek ingebracht. In deze sectie zal met name aandacht zijn voor de NO_x emissies van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 1.

4.1 Onderzoek praktijkemissies op een testbaan en op de openbare weg

4.1.1 Gemeten praktijkemissies met motorkalibratie 1

In deze paragraaf wordt de doelstelling 4 van paragraaf 1.2 behandeld.

Achtergrond:

In het verkennende RDW onderzoek van 2017 zijn de NO_x emissies van een eerste Suzuki Vitara in diverse testen op de testbaan gemeten. Deze vonden plaats bij omgevingstemperaturen van 20 tot 26 °C. De gemeten NO_x emissies varieerden van 126 tot 517 mg/km (zie Figuur 4-1).

Ook zijn toen drie RDE testen uitgevoerd, die een beeld geven van dagelijkse gemiddelde praktijkemissies. Daarbij zijn NO_x emissies van 423 tot 517 mg/km gemeten, (zie ook paragraaf 1.1).

Uitvoering:

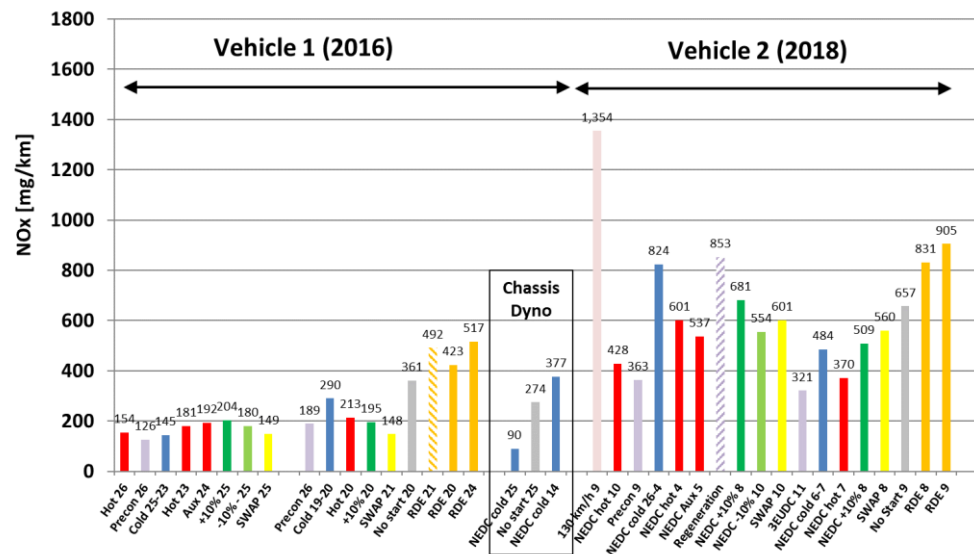
Tijdens het in dit rapport gepresenteerde onderzoek zijn, ter verificatie, een aantal testen herhaald die eerder door RDW op een eerste Suzuki Vitara waren uitgevoerd in het verkennend emissieonderzoek. Voor deze, in 2018 uitgevoerde testen is een tweede Suzuki Vitara Euro 6 diesel (met chassis nummer TSML YD81S00124642) ingezet, met eveneens motorkalibratie 1. Bij de testen die in 2016 door de RDW op het eerste voertuig zijn uitgevoerd en in 2017 door de RDW zijn gerapporteerd bedroeg de omgevingstemperatuur 14-21 °C. Bij de in 2018 op het tweede voertuig uitgevoerde testen bedroeg de omgevingstemperatuur 2 - 11 °C.

Resultaat:

In Figuur 4-1 zijn de gemeten NO_x emissies van de twee Suzuki Vitara's weergegeven: in de linkerhelft van de figuur staan de resultaten van de metingen in 2016, in de rechterhelft de resultaten van de metingen aan het tweede voertuig in 2018. Op de x-as van deze figuur zijn de diverse testcycli weergegeven met de bijbehorende gemiddelde omgevingstemperatuur waarbij deze zijn uitgevoerd.

De verkennende emissietesten met het tweede voertuig leidden tot gemeten NO_x emissies die varieerden van 321 tot 905 mg/km.

In de twee uitgevoerde RDE testen met het tweede voertuig zijn NO_x emissies van respectievelijk 831 en 905 mg/km gemeten. Bij een test met constante snelheid van 130 km/h is de gemeten NO_x emissie 1354 mg/km.



Figuur 4-1: Gemeten NO_x emissies van eerste verkennende praktijkmetingen van twee onderzochte Suzuki Vitara's Euro 6b diesel met motorkalibratie 1. Het eerste voertuig is bij omgevingstemperaturen van 20-26 °C door RDW in 2016 getest op de testbaan en op de rollenbank. Het tweede voertuig is in 2018 op de testbaan getest bij omgevingstemperaturen van 4-11 °C.

Deelconclusie 1:

De in het verkennende RDW onderzoek van 2017 geteste Suzuki Vitara Euro 6 diesel en de in het nu uitgevoerde onderzoek geteste tweede Suzuki Vitara Euro 6b diesel, beide voorzien van de oorspronkelijke motorkalibratie, overschrijden in emissietesten op de testbaan de NO_x limietwaarde van 80 mg/km in sterke mate (tot meer dan 10 keer). Verder blijkt dat de NO_x emissie bij een omgevingstemperatuur van 4-11 °C ongeveer een factor twee hoger ligt dan bij die zelfde testen uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 20-26 °C.

4.1.2 Effecten van de omgevingstemperatuur op emissies

In deze paragraaf wordt de doelstelling 9 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: In welke mate heeft de omgevingstemperatuur invloed op het emissiegedrag van het testvoertuig?

Achtergrond:

In Europa kunnen de buitentemperaturen gedurende het kalenderjaar sterk variëren. Aangezien de buitentemperatuur wordt gemeten door het voertuig is het de vraag in welke mate de motorafstelling hierdoor wordt beïnvloed.

Uitvoering:

Voor de beantwoording van deze vraag zijn op verschillende dagen met verschillende omgevingstemperaturen op de testbaan NEDC testen met een koude start uitgevoerd. Voorafgaand aan een NEDC test is in alle gevallen een (aangepaste) preconditioneringstest (3* EUDC) uitgevoerd en in de meeste gevallen is het voertuig in een binnenruimte met een temperatuur van 25 °C geconditioneerd.

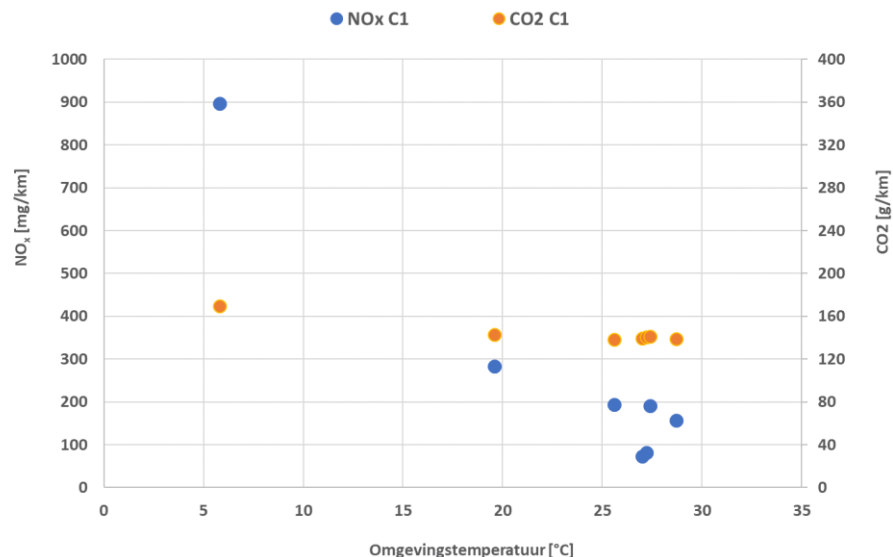
Resultaat:

In Tabel 4-1 en Figuur 4-2 zijn de emissieresultaten van NEDC testen weergegeven die bij verschillende conditionerings- en buitentemperaturen zijn uitgevoerd. Ook is de duur van de drie LNT regeneraties in de preconditioneringstesten vermeld. De NO_x emissie bij omgevingstemperaturen van 18 tot 28 °C is 73 tot 283 mg/km en lijkt gerelateerd aan de buitentemperatuur. De bijbehorende CO₂ emissie is 139 tot 143 g/km. Bij één test uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 6 °C is de NO_x emissie 897 mg/km en de CO₂ emissie is dan 169 g/km. Alleen in testen met een omgevingstemperatuur boven 20 °C en een volledige derde LNT regeneratie van 9 seconden en aangepaste preconditioneringscyclus, is de NEDC NO_x emissie 73 - 82 mg/km en is deze in lijn met de limietwaarde van 80 mg/km.

Tabel 4-1: NEDC testresultaten op de testbaan met motorkalibratie 1 bij verschillende omgevingstemperaturen.

Datum	Omgevings-temperatuur [°C]*	Duur 3 LNT regeneraties in precon. [s]	CO ₂ [g/km]	NO _x [mg/km] voor LNT – na LNT ***
29-3-2018	5 - 6	8+14+9	169.3	-- - 897
9-4-2018	25 - 18	10+12+11	142.6	-- - 283
7-5-2018	26 - 26	6+11+0	138.5	241 - 193
8-5-2018	27 - 29	14+12+5	137.8	245 - 157
14-5-2018	26 - 28	10+11+0	140.3	270 - 191
30-5-2018	25 - 27	12+11+9**	140.4	189 - 82
31-5-2018	26 - 27	11+6+9**	139.2	199 - 73

*De eerste vermelde temperatuur heerst in de conditioneringsruimte en bij deze temperatuur vangt de test aan. De tweede waarde is de gemiddelde buitentemperatuur op de testbaan. **De preconditioneringscyclus is in de derde EUDC cyclus bij 100 km/h direct na de LNT regeneratie beëindigd. *** SEMS meting gecorrigeerd i.v.m. LNT regeneratie.



Figuur 4-2: Gecorrigeerde NO_x en CO₂ emissies van NEDC testen met koude start gemeten op de testbaan met motorkalibratie 1 bij verschillende omgevingstemperaturen.

Deelconclusie 2:

Uit de resultaten van NEDC testen met koude start van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1 die op de testbaan zijn uitgevoerd blijkt dat de NO_x emissie sterk afhankelijk is van de omgevingstemperaturen en de uitgevoerde preconditioneringstest. Bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C en een standaard preconditioneringscyclus (3* EUDC) wordt in een NEDC op de testbaan een NO_x emissie van 157-191 mg/km behaald. Alleen bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C en een aangepaste preconditioneringscyclus wordt in een NEDC test op de testbaan aan de NO_x limietwaarde van 80 mg/km voldaan.

4.1.3 *Invloeden van de preconditioneringstest op de NO_x emissie in de emissietest met motorkalibratie 1*

In deze paragraaf wordt de doelstelling 11 van paragraaf 1.2 behandeld.

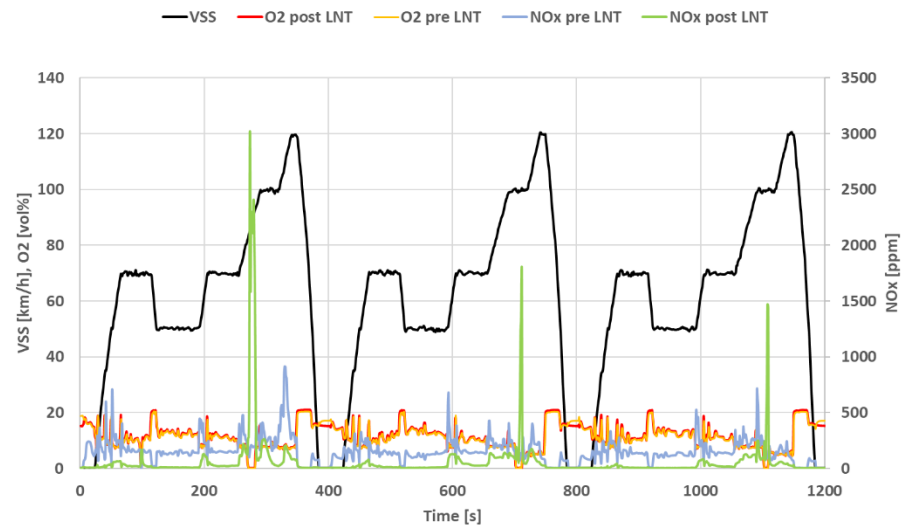
Gezien de spreiding van NO_x emissies met grofweg een factor drie in NEDC testen, zie Figuur 4-2, is nader onderzoek gedaan naar de conditie van een LNT (de mate waarin de NO_x buffer is gevuld) en de regeneratiefrequentie.

Achtergrond:

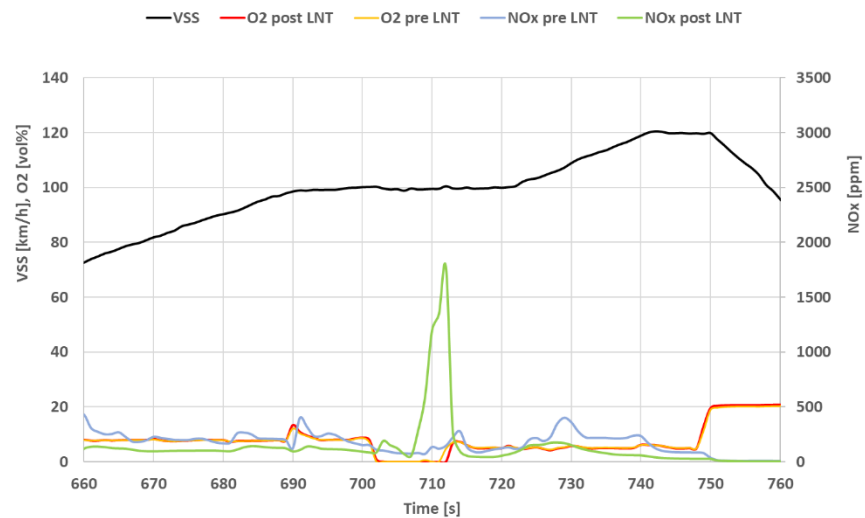
Een Lean NO_x Trap (LNT) is in staat een bepaalde hoeveelheid NO_x op te slaan. Na verloop van tijd (bijvoorbeeld een aantal minuten) wordt de LNT gedurende een aantal seconden geregenereerd. Aan de LNT wordt tijdens een regeneratie een zeer rijk lucht-brandstof mengsel aangeboden. Het doel is dan de opgeslagen NO_x om te zetten in andere componenten (H₂O, CO₂, N₂ en O₂). Na de regeneratie is de LNT 'leeg' en weer in staat NO_x op te slaan.

Resultaat:

In Figuur 4-3 is een 3* EUDC preconditioneringstest weergegeven waarin de LNT drie maal wordt geregenereerd bij snelheden van 80-100 km/h. Dit gebeurt min of meer op een gedefinieerd moment in de EUDC testcyclus. Bij iedere LNT regeneratie (die grofweg elke 400 s plaatsvindt) wordt na de LNT kortstondig een O₂ concentratie van 0 vol% gemeten. In Figuur 4-4 is een volledige LNT regeneratie meer in detail weergegeven. De LNT wordt normaal gesproken ongeveer 10 seconden geregenereerd, de zuurstofconcentratie in het uitlaatgas is dan nihil. Tijdens de LNT regeneratie blijkt de door de sensor gemeten NO_x concentratie na de LNT gedurende 3-4 seconden zeer hoog. In hoofdstuk 5 wordt de gemeten hoge NO_x concentratie ten tijde van LNT regeneraties nader onderzocht.

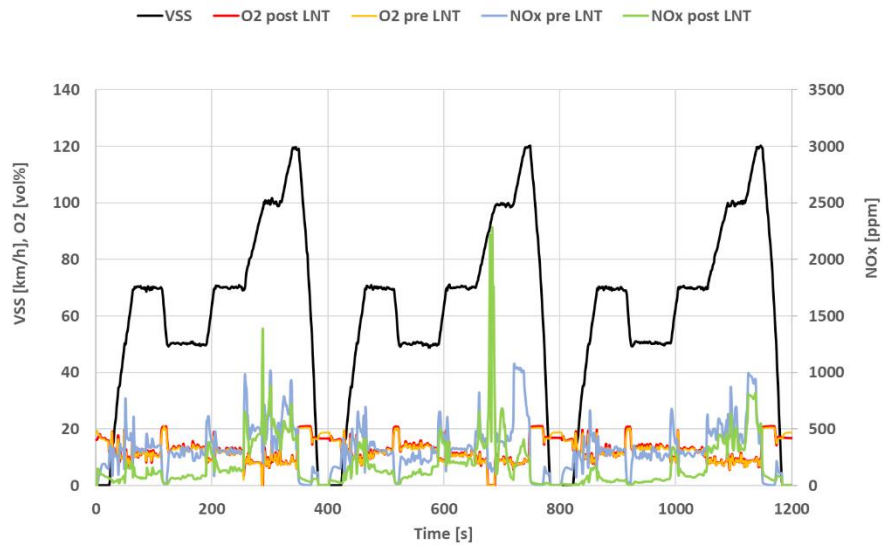


Figuur 4-3: 3* EUDC test met motorkalibratie 1 en warme start van 18-04-2018 op de testbaan uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 24 °C. De LNT wordt drie maal gedurende 10 – 12 seconden geregenereerd.

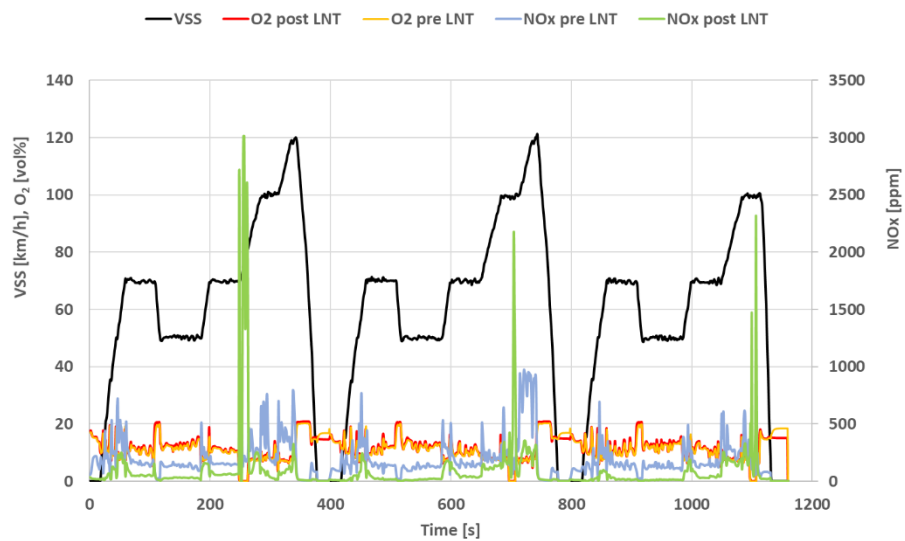


Figuur 4-4: LNT regeneratie van een 3* EUDC test met motorkalibratie 1 en warme start van 18-04-2018 op de testbaan uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 24 °C. De LNT wordt gedurende 10 seconden geregenereerd, de zuurstofconcentratie in het uitlaatgas is dan nihil. Tijdens de regeneratie van de LNT is de door de sensor gemeten NO_x concentratie kortstondig zeer hoog.

Verder blijkt de preconditionering van de LNT in een 3*EUDC test niet altijd reproduceerbaar te verlopen. In Figuur 4-5 worden resultaten van een preconditioneringstest getoond waarin de LNT regeneraties zeer kort zijn (3 seconden) of helemaal niet plaatsvinden. Dit betekent dat de kwaliteit van de LNT regeneraties in een preconditioneringstest de vullingsgraad van de LNT katalysator bij aanvang van de NEDC test bepalen en de NO_x emissies in de NEDC test kunnen beïnvloeden.



Figuur 4-5: 3* EUDC test met motorkalibratie 1 en warme start van 24-04-2018 op de testbaan uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 15 °C. De LNT wordt eerst gedurende 3 seconden en daarna 13 seconden geregenereerd, maar in de laatste ECE cyclus wordt de LNT niet geregenereerd.



Figuur 4-6: 3* EUDC test met motorkalibratie 1 en warme start van 29-05-2018 op de testbaan uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 28 °C. De LNT wordt drie maal gedurende 10-13 seconden geregenereerd. De laatste EUDC cyclus is na het 100 km/h gedeelte na de LNT regeneratie beëindigd

Uit de meetdata van de 3*EUDC preconditioningstesten blijkt dat de duur en het tijdstip van de LNT regeneraties in een preconditioningstest de vullingsgraad van de LNT NO_x buffer bepalen aan het einde van deze preconditioningstest en daarmee dus de vullingsgraad bij aanvang van een emissietest. In Tabel 4-1 wordt getoond dat de laagste NO_x emissie in een NEDC test met koude start kan worden behaald bij een omgevingstemperatuur van 26 °C en drie LNT regeneraties in een

licht aangepaste preconditioneringstest die is gestopt bij 100 km/h direct na de derde LNT regeneratie, zie Figuur 4-6.

Het aantal en de duur van de LNT regeneraties in een preconditioneringstest die voor de officiële emissietest (NEDC) plaatsvindt, bepaalt de beschikbare NO_x opslagcapaciteit van de LNT bij aanvang van een NEDC test.

Deelconclusie 3:

In EUDC preconditioneringstesten van de Suzuki Vitara Euro 6 diesel met motorkalibratie 1 wordt de LNT standaard bij snelheden van 80 – 100 km/h drie maal geregenereerd. Hierdoor is bij aanvang van een emissietest de NO_x opslagcapaciteit van de LNT maximaal en kan tijdens de emissietest NO_x worden gebufferd en bij een snelheid van 100 km/h deels omgezet in onschadelijke componenten. Onvolledige LNT regeneraties in de preconditioneringstest leiden tot een verhoogde NO_x emissie in de aansluitende emissietest.

- 4.1.4 *Effecten op emissies bij een start met koude en warme motor met motorkalibratie 1.*
In deze paragraaf worden de doelstellingen 5 en 9 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvragen: In welke mate heeft de thermische conditie of koelvloeistoftemperatuur bij het starten van de motor invloed op het emissiegedrag van het voertuig?

Achtergrond:

Het effect van de thermische conditie van een motor bij de start op de emissies van het voertuig kan in kaart worden gebracht door identieke testen met verschillende koelvloeistoftemperaturen te starten, een zogenaamde 'koude' en 'warme' motor of koude en warme start. Testen met een koude start beginnen met een koelvloeistoftemperatuur van 25 °C of de actuele omgevingstemperatuur en bij testen met een warme start is de koelvloeistoftemperatuur dan 80-85 °C. Het gedrag van het EGR systeem is nader onderzocht door het meten van het positie-signaal van de hoge druk EGR klep. Dit positie-signaal is een wisselende gelijkspanning en wordt uitgedrukt in millivolt (mV). Bij een lage gelijkspanning is de hoge druk EGR klep gesloten en bij een hoge gelijkspanning is de hoge druk EGR klep geopend.

Uitvoering:

In dit testprogramma zijn op de testbaan twee maal NEDC testen met koude en warme start na elkaar uitgevoerd. Voor de koude test is een standaard preconditioneringscyclus (3* EUDC) uitgevoerd. De testen met warme start werden direct aansluitend aan de NEDC test met koude start uitgevoerd.

Resultaat:

In Tabel 4-2 zijn de NO_x emissies van NEDC testen met koude en warme start weergegeven. Met motorkalibratie 1, bij een omgevingstemperatuur van 6 °C zijn de NO_x emissies in de testen met koude en warme start 937 en 547 mg/km. Bij omgevingstemperaturen tussen 27 en 29 °C daalt de NO_x emissie in de NEDC test met koude start sterk (tot 259 mg/km op de testbaan); de NO_x emissie bij een NEDC test met warme start is dan 329 mg/km.

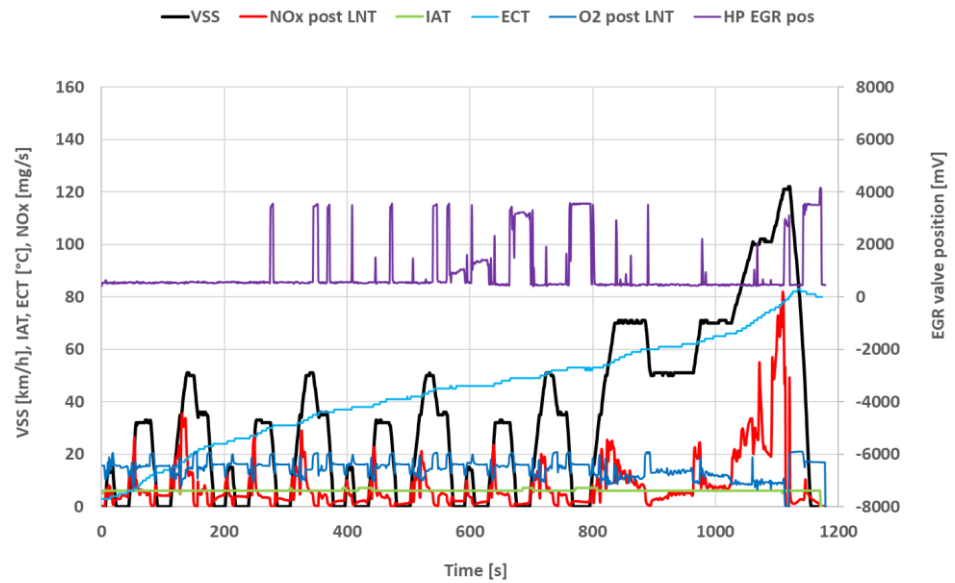
Tabel 4-2: NO_x en CO₂ emissies van NEDC testen met koude en warme start op de testbaan met motorkalibratie 1.

Datum	T omgeving [°C]	CO ₂ [g/km]	NO _x [mg/km]	CO ₂ [g/km]	NO _x [mg/km]	Locatie
	Koude en warme start	Koude start		Warme start		
29-3-2018	6 en 6	169.3	897	140.6	533	Testbaan
14-5-2018	27 en 29	141.1	191	139.7	266	Testbaan

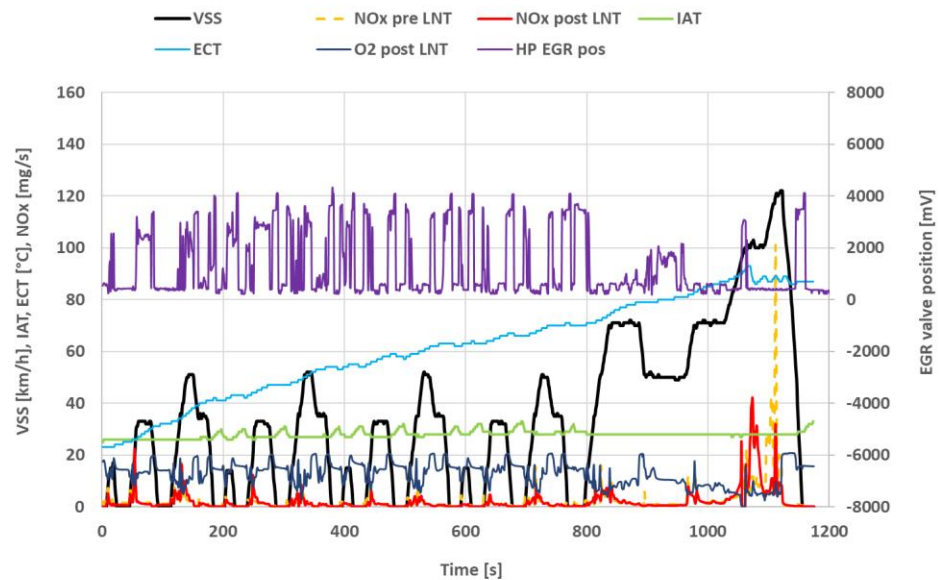
In een eerste beoordeling van de resultaten van de NEDC emissietesten met koude en warme start uit Tabel 4-2 valt op dat een NEDC test met warme start bij een omgevingstemperatuur van 6 °C leidt tot lagere NO_x emissie (533 mg/km) ten opzichte van de NEDC test met koude start (897 mg/km). Bij een omgevingstemperatuur van 27 tot 29 °C is er echter sprake van een verhoging van de NO_x emissie (van 191 naar 266 mg/km). Naast een effect van de omgevingstemperatuur op de NO_x emissies zijn mogelijk ook andere zaken van invloed op het NO_x emissiegedrag.

De oorzaak van de verschillen in NO_x emissies in de NEDC testen met koude start zijn nader onderzocht. In Figuur 4-7 tot Figuur 4-10 zijn de grafieken van NEDC testen weergegeven met het NEDC snelheidsprofiel (VSS), de temperatuur in de inlaat van de motor (IAT) en de koelvloeistof (ECT), de omgevingstemperatuur (T_{ambient}), het positie signaal van de hoge druk EGR klep en de NO_x emissies. In beide testen is het hoge druk EGR systeem vrijwel alleen actief bij snelheden tot 50 km/h.

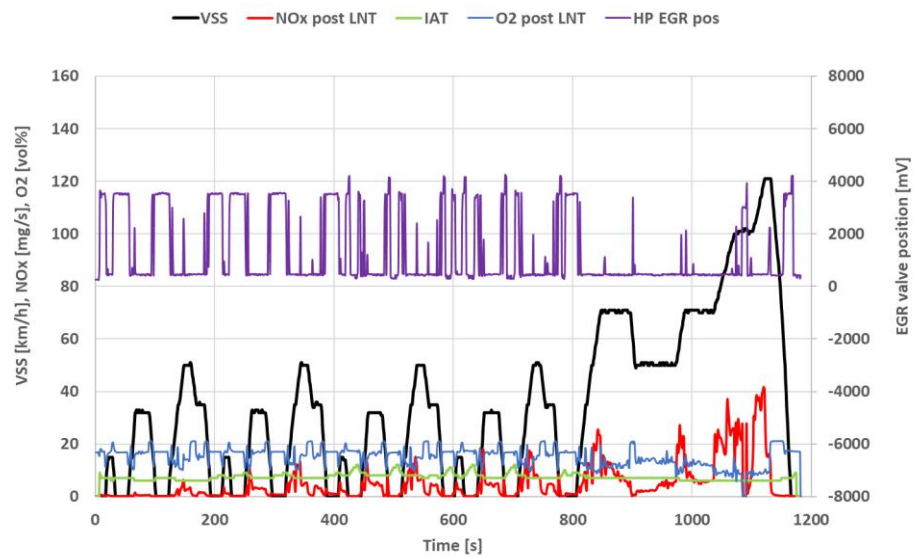
In de NEDC test met koude start, uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 6 °C, met een NO_x emissie van 897 mg/km, wordt de hoge druk EGR klep slechts sporadisch geopend, zie Figuur 4-7. In de NEDC test met koude start die is uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 27-28 °C is de hoge druk EGR klep relatief vaker open en is de NO_x emissie 191 mg/km, zie Figuur 4-8.



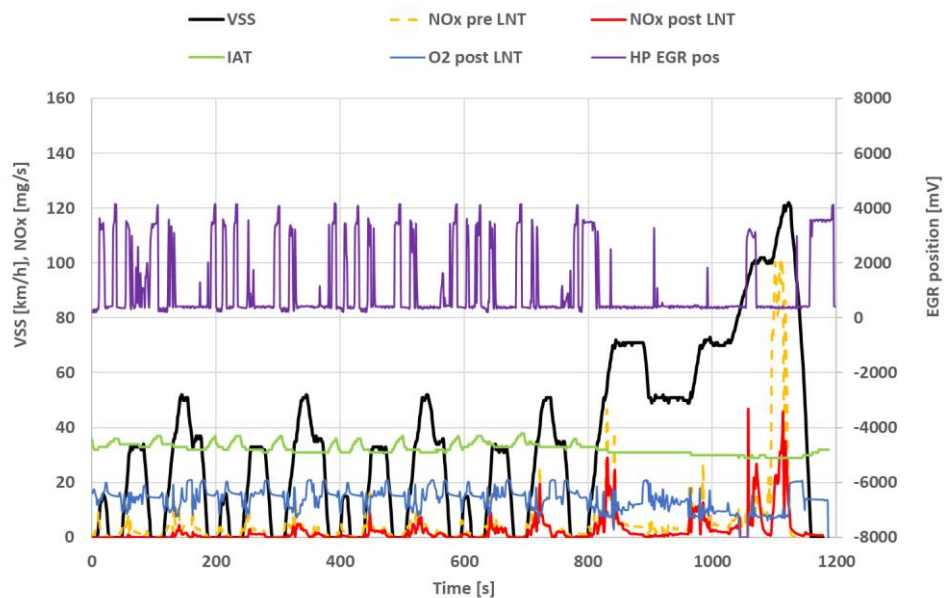
Figuur 4-7: NEDC test met motorkalibratie 1 en koude start van 29-03-2018 op de testbaan uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 6 °C. NO_x emissie is 897 mg/km. Bij 120 km/h vindt een regeneratie van 8 seconden plaats. Voorafgaand aan deze NEDC test is op 28-03-2018 een preconditioneringstest met 3 LNT regeneraties (12-10-12 seconden) uitgevoerd.



Figuur 4-8: NEDC test met motorkalibratie 1 en koude start van 14-05-2018 op de testbaan uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 27-28 °C. NO_x emissie is 191 mg/km. Bij 95 km/h vindt een LNT regeneratie van 8 seconden plaats. Voorafgaand aan deze NEDC test is op 11-03-2018 een preconditioneringstest met 3 LNT regeneraties (12-12-1 seconden) uitgevoerd.



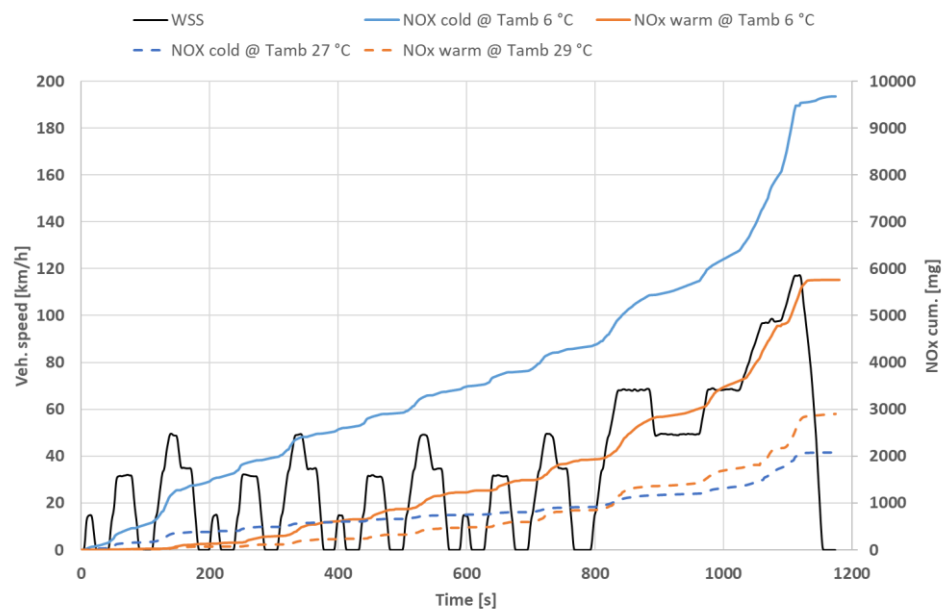
Figuur 4-9: NEDC test met motorkalibratie 1 en warme start van 29-03-2018 op de testbaan uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 6 °C. NO_x emissie is 533 mg/km. Voorafgaand aan deze NEDC test is op 29-03-2018 een NEDC test met 1 LNT regeneratie (8 seconden) uitgevoerd.



Figuur 4-10: NEDC test met motorkalibratie 1 en warme start van 14-05-2018 op de testbaan uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 26-28 °C. NO_x emissie is 266 mg/km. Bij circa 90 km/h vindt een LNT regeneratie van 14 seconden plaats. Voorafgaand aan deze NEDC test is op 14-05-2018 een NEDC test met 1 LNT regeneraties (7 seconden) uitgevoerd.

In de NEDC test met warme start bij een omgevingstemperatuur van 6 °C is de NO_x emissie 533 mg/km, zie Figuur 4-9; Bij een omgevingstemperatuur van 27-28 °C is de NO_x emissie in de NEDC test met warme start 266 mg/km, zie Figuur 4-10 en Figuur 4-11. In beide preconditioneringstesten (NEDC met koude start) is een soortgelijke LNT regeneratie bij 100 km/h uitgevoerd.

Het hoge druk EGR systeem lijkt in beide NEDC testen met warme start bij verschillende omgevingstemperaturen soortgelijk te worden aangestuurd maar bij de test met een omgevingstemperatuur van 6 °C wel langduriger in de eerste 400 seconden van de emissietest. Desondanks is de NO_x emissie van 547 mg/km hoger dan in de test met een hogere omgevingstemperatuur. Informatie van de aansturing van het lagedruk EGR systeem ontbreekt hier, deze is nodig voor een betere duiding van dit NO_x emissiegedrag.



Figuur 4-11: Cumulatieve NO_x emissies van motorkalibratie 1 in NEDC testen met koude en warme start bij verschillende omgevingstemperaturen.

Deelconclusie 4:

De thermische conditie van de motor met motorkalibratie 1 heeft bij verschillende omgevingstemperaturen een verschillende uitwerking op de NO_x emissies. Bij een omgevingstemperatuur van 6 °C daalt de NO_x emissie in een NEDC test met warme start t.o.v. een NEDC test met koude start terwijl bij een temperatuur van 26 °C de NO_x emissie stijgt. De omgevingstemperatuur lijkt van grotere invloed op de NO_x emissies dan de thermische conditie van de motor.

4.1.5 *Verloop emissiegedrag na koude start van de motor met motorkalibratie 1*

In deze paragraaf worden de deeldoelstellingen 5, 6 en 10 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: In welke mate verandert het emissiegedrag van het voertuig na de start van de motor?

Achtergrond:

Het is een algemeen gegeven dat een motor na een koude start opwarmt en dat emissies in de opwarmfase veranderen. In het kader van dieselmotor zijn vragen ontstaan die betrekking hebben op het actief in- of uitschakelen van systemen na

verloop van tijd, afgelegde weg of gecumuleerde parameters nadat de motor is gestart. Deze vragen staan in principe geheel los van de opwarming van een motor maar kunnen wel tegelijkertijd een rol spelen. Speciale aandacht is besteed aan het gedrag van het EGR systeem en hiervoor is net als bij de metingen uit paragraaf 4.1.4 het positie signaal van de hoge druk EGR klep gemeten.

Uitvoering:

Het opwarmgedrag van een motor is onderzocht met een UDC testcycli die weer uit meerdere ECE cycli bestaat. In dit onderzoek is o.a. gebruik gemaakt van UDC testen zoals beschreven in paragraaf 2.7. Een UDC test bestaat uit vier ECE cycli. De ECE testcyclus duurt 195 seconden en wordt 16 keer herhaald. Deze test wordt verder aangeduid als 4*UDC test en duurt 3120 s.

Op de testbaan in Lelystad zijn vijf 4*UDC testen met koude start en zes 4*UDC testen met warme start uitgevoerd met het voertuig met de originele motorkalibratie. Per ECE cyclus is de NO_x emissie in mg berekend en in de staaftafelieken in Figuur 4-12 t/m Figuur 4-22 weergegeven. Testresultaten van 4*UDC testen met koude start zijn weergegeven in Figuur 4-12 t/m Figuur 4-16 en testen met een warme start in Figuur 4-17 t/m Figuur 4-22.

Ter verificatie van de emissietesten op de testbaan zijn op de rollenbank 4* UDC testen met koude start uitgevoerd met het voertuig met de originele motorkalibratie; In Figuur 4-23 t/m Figuur 4-24 zijn de resultaten weergegeven.

Resultaat:

In Figuur 4-12 zijn meetresultaten van een 4*UDC test weergegeven die bij een omgevingstemperatuur van 22 °C is uitgevoerd. De NO_x emissie per ECE cyclus is aanvankelijk bijna 300 mg en zakt in de volgende zes ECE cycli naar 170-180 mg om vervolgens in de achtste ECE cyclus abrupt te stijgen naar ongeveer 350 mg en daarna tot wel meer dan 450 mg. De hoge druk EGR klep opent zich in de eerste twee ECE cycli om vanaf de derde ECE cyclus een min of meer constante positie in te nemen (spanningen rond 200-250 mV). Vanaf de zevende ECE cyclus is de positie constant (circa 175 mV) maar toch stijgt de NO_x emissie daarna van 180 naar 350 - 470 mg per ECE cyclus.

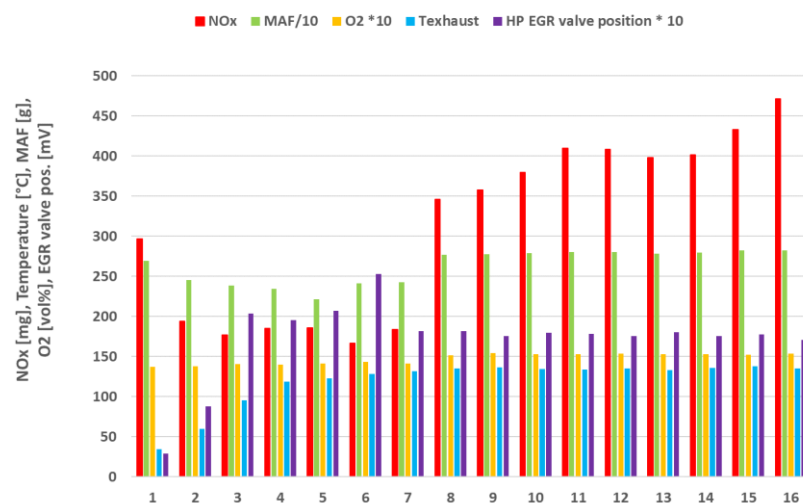
Figuur 4-13 laat de resultaten zien van een 4*UDC test met koude start bij een omgevingstemperatuur van 18 °C. De NO_x emissie per ECE cyclus varieert tussen circa 300 tot 800 mg en is niet stabiel. In het tweede deel van deze test (vanaf de tiende ECE cyclus) is de NO_x emissie substantieel hoger dan in het eerste deel. Aangezien de NO_x emissie vóór de LNT ook is gemeten en deze een soortgelijke variatie heeft als de NO_x emissie na de LNT is de NO_x variatie toe te schrijven aan een motorafstelling (variabele instelling EGR-systemen of verandering in de brandstofinspuiting). Ondanks de preconditioneringstest waarin de LNT is geregenereerd heeft buffert de LNT geen NO_x. Dit blijkt uit het feit dat de NO_x emissies voor en na LNT vrijwel gelijk zijn. Dit verschijnsel kan niet worden verklaard.

Figuur 4-14 toont resultaten van een 4*UDC test met koude start bij een omgevingstemperatuur van 30-32 °C. De NO_x emissies per ECE cyclus zijn ongeveer gelijk aan de test in Figuur 4-12 maar de NO_x emissies nemen sterk toe vanaf de tiende ECE cyclus tot uiteindelijk meer dan 400 mg per ECE cyclus. Deze

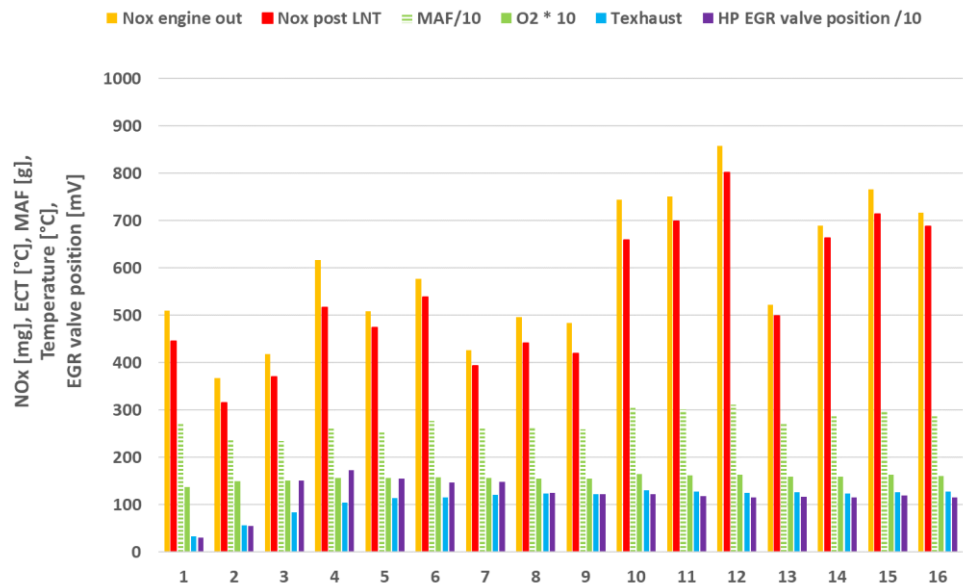
sprong in NO_x emissie is toe te schrijven aan de motorafstelling (veranderde instelling EGR-systemen of brandstofinspuiting) want de NO_x emissie voor de LNT stijgt van 250 naar 450 mg per ECE cyclus. Verder wordt de NO_x buffer van de LNT langzaam gevuld, dit blijkt uit het gemeten afnemende verschil van de NO_x emissies voor en na LNT. In de eerste ECE cyclus is dit NO_x verschil 170 mg en in de laatste cyclus 50 mg.

In Figuur 4-15 is een 4*UDC test met koude start bij een omgevingstemperatuur van 13 °C uitgevoerd. De NO_x emissie per ECE cyclus varieert tussen circa 500 tot 750 mg en deze neemt gedurende de test geleidelijk toe. In deze test is geen duidelijke emissiesprong waarneembaar. De NO_x buffering van de LNT is zeer gering, alleen in de eerste ECE cyclus is sprake van buffering die groter is dan in de overige 15 cycli. Dit is te verklaren uit het ontbreken van een LNT regeneraties in de tweede en derde EUDC van de preconditioneringstest.

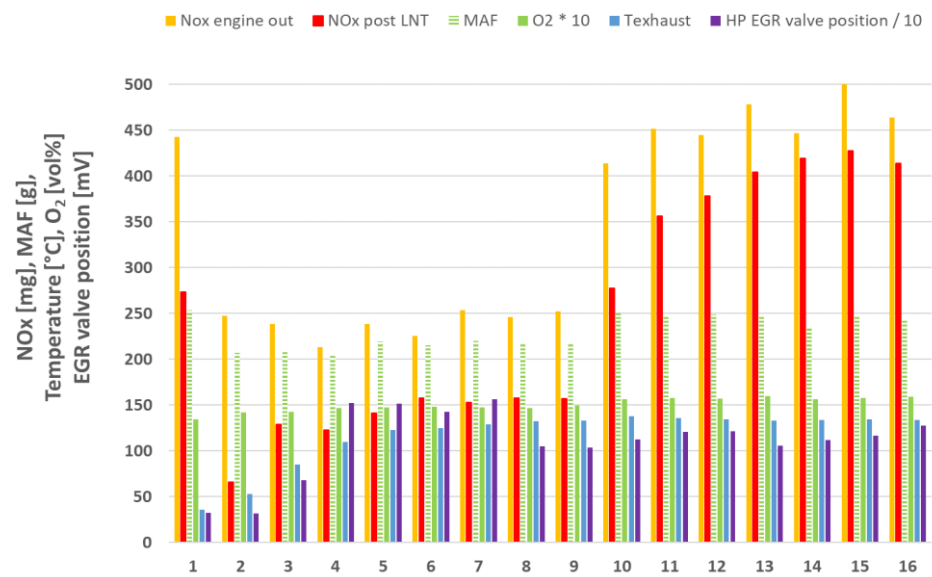
Figuur 4-16 toont de resultaten van een 4*UDC test met koude start, uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 20 °C. De NO_x emissies per ECE cyclus zijn ongeveer gelijk aan de testen in Figuur 4-12 en Figuur 4-14. In deze test is in de tiende ECE cyclus een duidelijke NO_x emissiesprong waarneembaar. Deze sprong in NO_x emissie is toe te schrijven aan de motorafstelling (veranderde instelling van EGR-systemen of brandstofinspuiting) want de NO_x emissie voor de LNT stijgt van 300 naar 450 mg per ECE cyclus. De buffer van de LNT wordt in de loop van deze test gevuld want het verschil in NO_x emissie vóór en na LNT neemt in de loop van de test af van circa 150 naar 50 mg per ECE cyclus. Het blijvende verschil tussen de metingen voor en na de LNT is mogelijk niet door de werking van de LNT, maar door de condities voor de LNT, waar de druk en temperatuur substantieel hoger zijn. Zeker in Figuur 4-15, met een klein maar constant verschil zonder variaties, in de orde van 6%, geeft aanleiding om het meetprincipe nader te onderzoeken. Dit onderzoek is gerapporteerd in sectie 5.3.4.



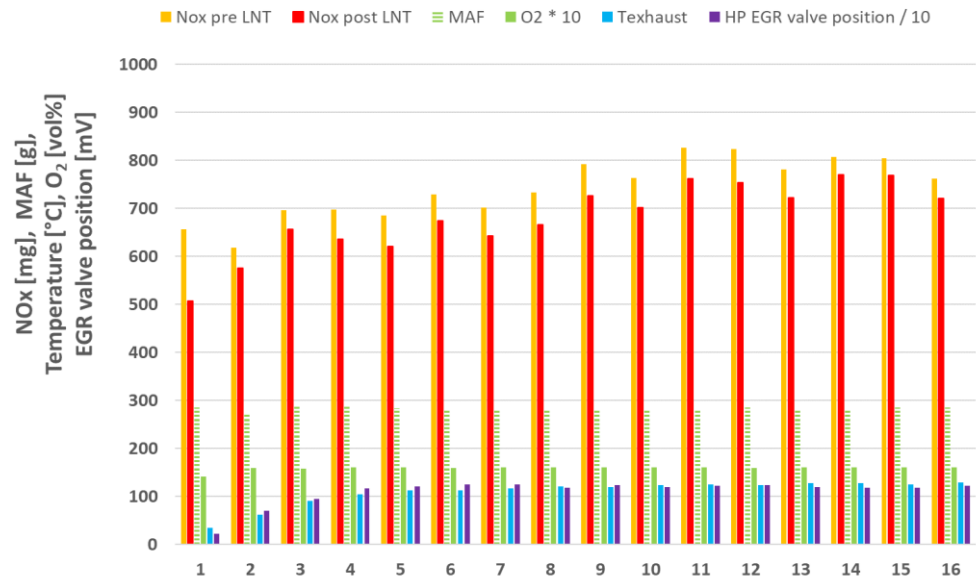
Figuur 4-12: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met koude start, uitgevoerd op 10-04-2018. De test werd gestart in een conditioneringsruimte van 26 °C en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 22 °C. Preconditioning 3*EUDC met warme start op 09-04-2018 met drie LNT regeneraties van 13, 13 en 5 seconden.



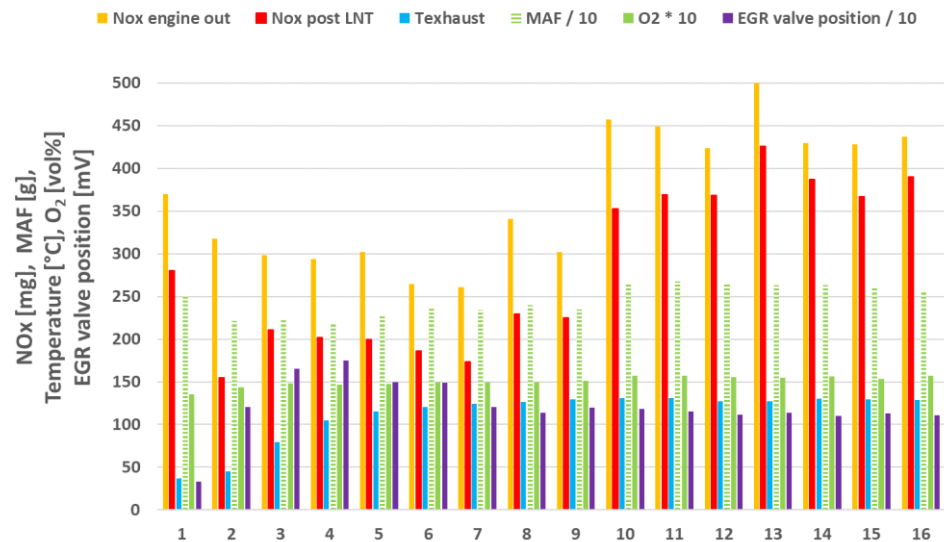
Figuur 4-13: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met koude start, uitgevoerd op 16-04-2018. De test werd gestart in een conditioneringsruimte van 26 °C en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 18 °C. Preconditionering 3*EUDC met warme start op 11-04-2018 met drie LNT regeneraties van 2, 15 en 14 seconden.



Figuur 4-14: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met koude start, uitgevoerd op 19-04-2018. De test werd gestart in een conditioneringsruimte van 26 °C en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 30-32 °C. Preconditionering 3*EUDC met warme start op 18-04-2018 met drie LNT regeneraties van 12, 10 en 7 seconden.



Figuur 4-15: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met koude start, uitgevoerd op 24-04-2018. De test werd gestart in een conditioneringsruimte van 26 °C en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 13 °C. Preconditionering 3*EUDC met warme start op 19-04-2019 met één LNT regeneratie van 10 seconden in de eerste EUDC.



Figuur 4-16: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met koude start, uitgevoerd op 25-05-2018. De test werd gestart in een conditioneringsruimte van 26 °C en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 20 °C. Preconditionering 3*EUDC met warme start van 22-05-2018 met drie LNT regeneraties van 12, 12 en 8 seconden.

Figuur 4-17 toont de resultaten van een niet complete 4*UDC test die is uitgevoerd met warme start bij een omgevingstemperatuur van 22 °C. De NO_x emissie per

ECE cyclus varieert tussen circa 30 tot 345 mg en loopt op in de eerste vier ECE cycli om daarna te stabiliseren rond 330 mg per ECE cyclus.

Figuur 4-18 geeft resultaten van een 4*UDC test met warme start die bij een omgevingstemperatuur van 18 °C is uitgevoerd. De NO_x emissie per ECE cyclus van de motor is 540-905 mg. Na de LNT is de NO_x emissie in de eerste ECE cyclus 275 mg en deze neemt daarna toe tot een niveau van 530 - 780 mg. Deze variërende emissie wordt vooral veroorzaakt door de niet constante emissie van de motor.

Het gemeten verschil in NO_x emissie voor en na LNT is in de eerste ECE cyclus 410 mg en dit neemt in de loop van de test af tot bijna nul mg. Hieruit blijkt dat de NO_x buffer van de LNT volledig gevuld wordt.

Voor Figuur 4-19 is een 4*UDC test met warme start bij een omgevingstemperatuur van 30-32 °C uitgevoerd. De NO_x emissie per ECE cyclus van de motor is 430-520 mg. Na de LNT is de NO_x emissie in de eerste ECE cyclus 380 mg en deze neemt daarna toe tot een niveau van 400 - 485 mg. Deze variërende emissie wordt vooral veroorzaakt door de niet constante emissie van de motor.

Het gemeten verschil in NO_x emissie voor en na LNT is in de eerste ECE cyclus 40 mg en dit neemt in de loop van de test nauwelijks af. Hieruit blijkt dat de NO_x buffer van de LNT bij aanvang van de test al bijna volledig gevuld is, dit kan worden verklaard uit het ontbreken van LNT regeneraties in de 4*UDC preconditioneringscyclus.

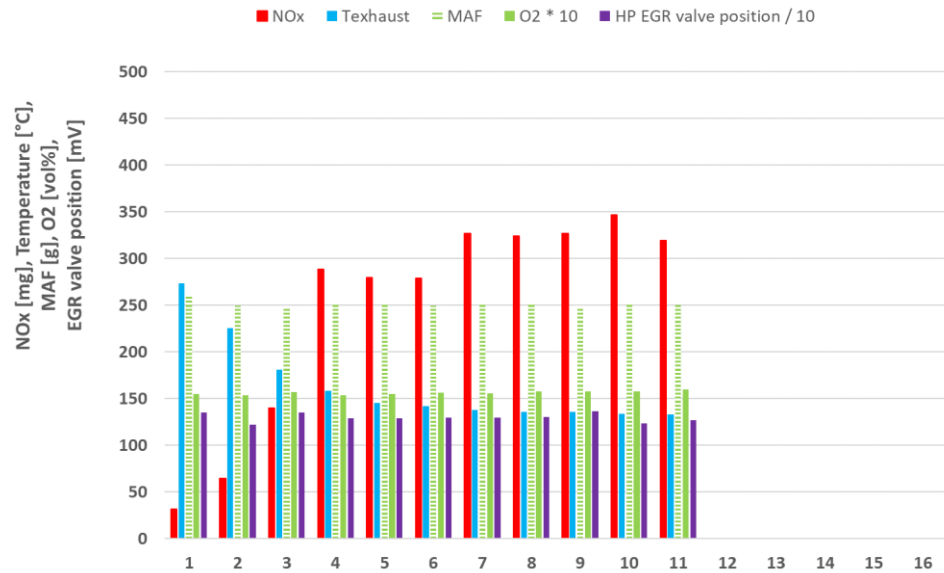
Figuur 4-20 presenteert de resultaten van een 4*UDC test met warme start die bij een omgevingstemperatuur van 14 °C is uitgevoerd. De NO_x emissie per ECE cyclus van de motor is 700-840 mg. Na de LNT is de NO_x emissie in de eerste ECE cyclus 80 mg en deze neemt daarna toe tot een niveau van 575 - 750 mg. Deze oplopende emissie wordt vooral veroorzaakt door de bufferfunctie van de LNT. Het gemeten verschil in NO_x emissie voor en na LNT is in de eerste ECE cyclus 740 mg en dit neemt in de loop van de test af tot 60 mg per ECE cyclus. Hieruit blijkt dat de NO_x buffer van de LNT gedurende deze emissietest van 3120 seconden bijna volledig gevuld wordt.

In Figuur 4-21 zijn de resultaten gegeven van een niet volledige 4*UDC test met warme start uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 25 °C. De NO_x emissie per ECE cyclus van de motor is 450-500 mg. Na de LNT is de NO_x emissie in de eerste ECE cyclus 75 mg en deze neemt daarna toe tot een niveau van 370 - 430 mg. Deze oplopende emissie wordt vooral veroorzaakt door de afnemende bufferfunctie van de LNT in de tijd.

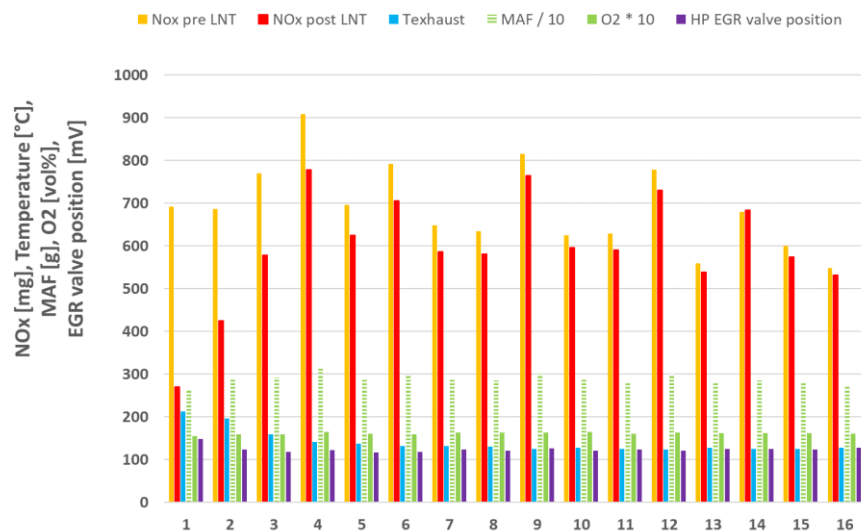
Het gemeten verschil in NO_x emissie voor en na LNT is in de eerste ECE cyclus 425 mg en dit neemt in de loop van de test af tot 70 mg per ECE cyclus. Hieruit blijkt dat de NO_x buffer van de LNT gedurende deze emissietest bijna volledig gevuld wordt. Het overblijvende verschil is mogelijk niet het resultaat van de werking van de LNT.

In Figuur 4-22 worden tenslotte de resultaten gegeven van een 4*UDC test met warme start uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 22 °C. De NO_x emissie per ECE cyclus van de motor is 350-400 mg. Na de LNT is de NO_x emissie in de eerste ECE cyclus 10 mg en deze neemt daarna toe tot een niveau van 300 - 330 mg. Deze oplopende emissie wordt vooral veroorzaakt door de afnemende buffercapaciteit van de LNT.

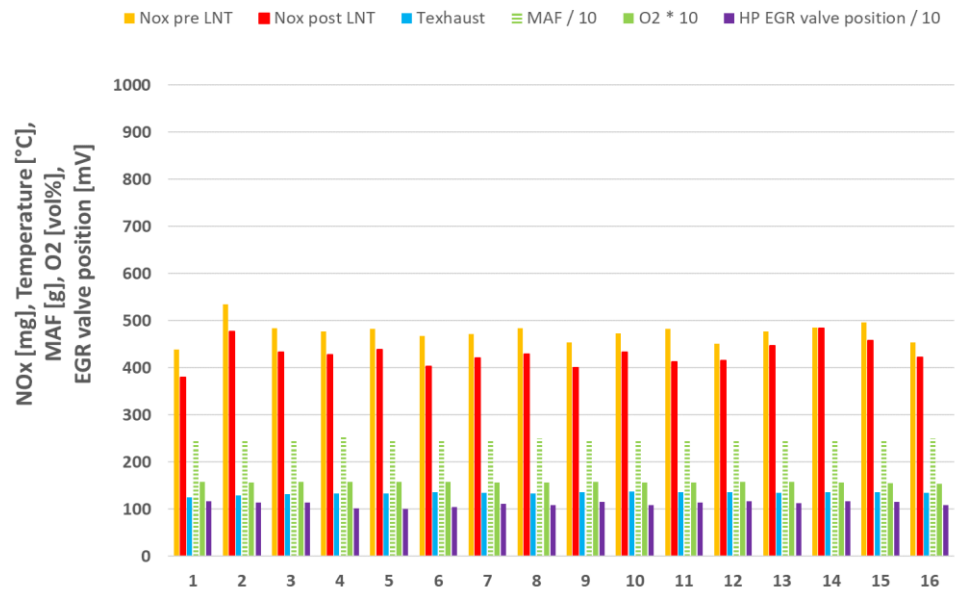
Het gemeten verschil in NO_x emissie voor en na LNT is in de eerste ECE cyclus 360 mg en dit neemt in de loop van de test af tot 60 mg per ECE cyclus. Hieruit blijkt dat de NO_x buffer van de LNT gedurende deze emissietest van 3120 seconden bijna volledig gevuld wordt.



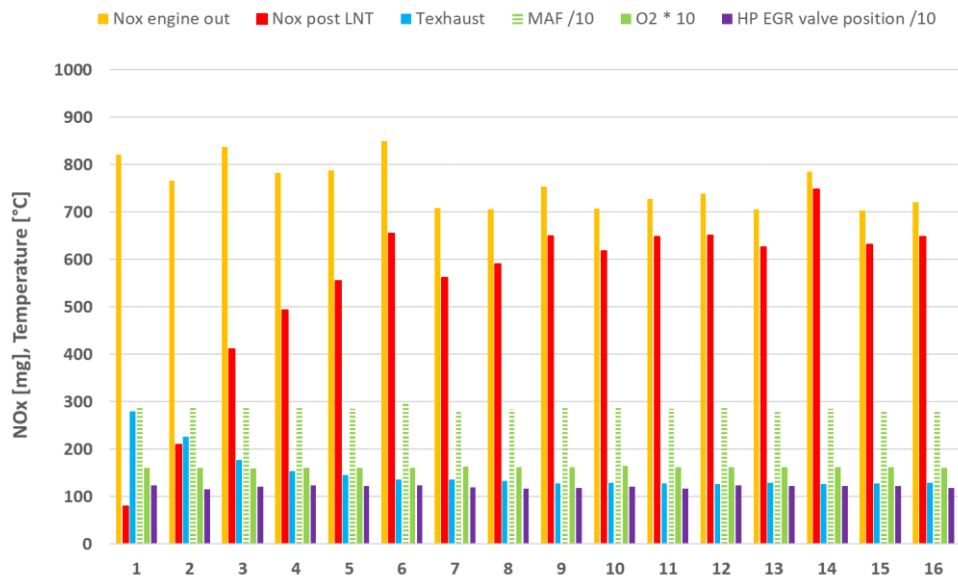
Figuur 4-17: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met warme start, uitgevoerd op 10-04-2018. De test werd gestart en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 22 °C. Preconditioning 10 minuten @ 120 km/h met warme start met diverse LNT regeneraties.



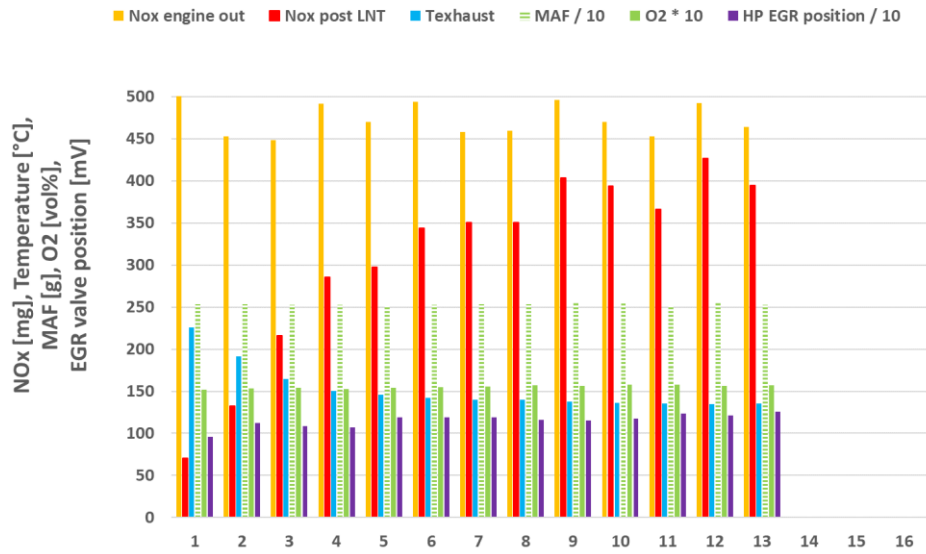
Figuur 4-18: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met warme start, uitgevoerd op 16-04-2018. De test werd gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 18 °C. Preconditioning 10 minuten @ 120 km/h met warme start zonder LNT regeneraties.



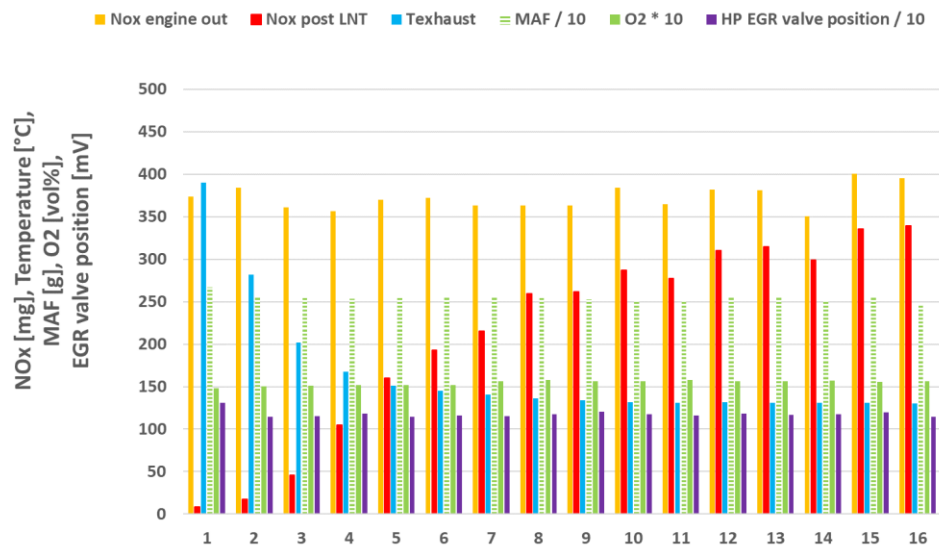
Figuur 4-19: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met warme start, uitgevoerd op 19-04-2018. De test werd gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 30-32 °C. Preconditionering 4* UDC met koude start zonder LNT regeneraties.



Figuur 4-20: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met warme start, uitgevoerd op 24-04-2018. De test werd gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 14 °C. Preconditionering 120 km/h met warme start met diverse LNT regeneraties.



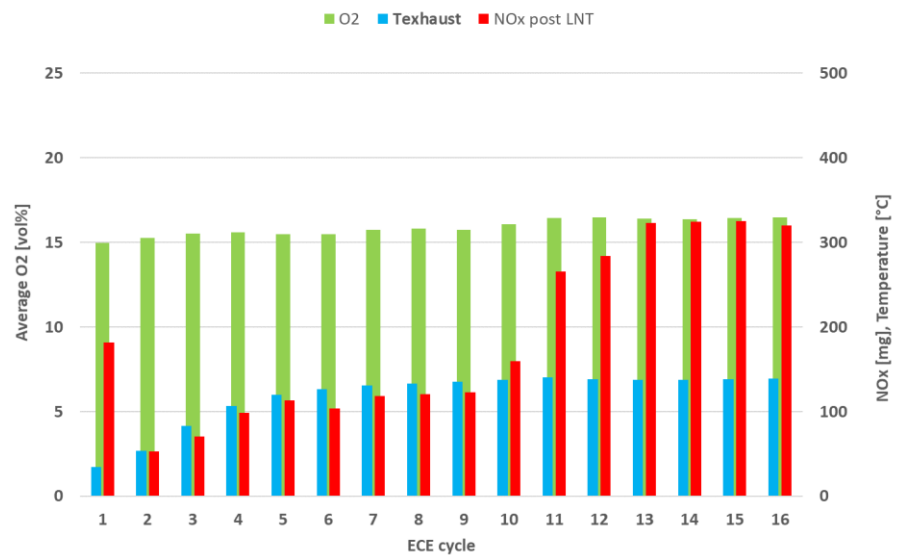
Figuur 4-21: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met warme start, uitgevoerd op 22-05-2018. De test werd gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 25 °C. Preconditioning 3* EUDC met warme start met 3 LNT regeneraties.



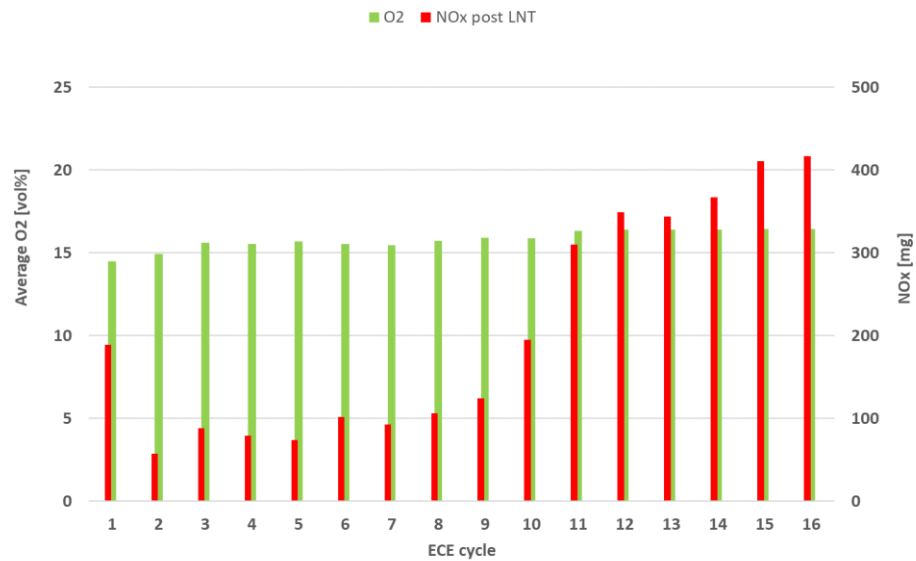
Figuur 4-22: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met warme start, uitgevoerd op 25-05-2018. De test werd gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 22 °C. Preconditioning 120 km/h met warme start met 5 LNT regeneraties.

Ter verificatie van de 4*UDC testen op de testbaan zijn deze testen ook op de rollenbank uitgevoerd. In Figuur 4-23 en Figuur 4-24 zijn 4*UDC testen met koude

start op de rollenbank uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 23 °C. Na de LNT is de NO_x emissie in de ECE cycli 2 t/m 10 50-120 mg en deze neemt daarna vrij abrupt toe tot meer dan 300 mg. Beide testen vertonen deze abrupte toename van de NO_x emissie in de elfde ECE cyclus. Deze rollenbanktesten zijn qua omgevingscondities goed te vergelijken met de test die is uitgevoerd op de testbaan in Figuur 4-16. Het NO_x emissiegedrag in 4*UDC testen met koude start bij een omgevingstemperatuur van 22-23 °C op de testbaan en op de rollenbank is qua hoogte en verloop vrijwel identiek.



Figuur 4-23: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met koude start, uitgevoerd op 21-08-2018. De test werd gereden op de rollenbank met road load instelling 2 en een omgevingstemperatuur van 23 °C. Preconditioning 3* EUDC test op 17-08-2018 met warme start met 3 LNT regeneraties met een duur van 13 seconden.



Figuur 4-24: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 1 van een 4*UDC test met koude start, uitgevoerd op 03-09-2018. De test werd gereden op de rollenbank met road load instelling 3 en een omgevingstemperatuur van 23 °C. Preconditioning 3* EUDC test op 02-09-2018 met warme start waarvan geen meetdata beschikbaar zijn.

Analyse:

De testresultaten van de uitgevoerde 4*UDC testen op de testbaan en op de rollenbank (zie Figuur 4-12 t/m Figuur 4-24) leiden tot de volgende analyses van het NO_x emissiegedrag van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1:

Wat is de invloed van de omgevingstemperatuur op de NO_x emissies van de motor?

Boven een omgevingstemperatuur van 20 °C is de gemeten NO_x emissie van de motor aanvankelijk 250 – 530 mg per ECE cyclus en bij omgevingstemperaturen van 13 tot 14 °C is de NO_x emissie van de motor 620 - 900 mg per ECE cyclus. Bij een omgevingstemperatuur van 18 °C varieert de NO_x emissie van de motor tussen 360 en 860 mg per ECE cyclus. De NO_x emissie van de motor is afhankelijk van de omgevingstemperatuur.

Wat is het karakter van het NO_x emissiegedrag in de tijd?

In 4*UDC testen met koude start bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C is sprake van een plotseling toename van de NO_x emissies in de achtste, negende, tiende of elfde ECE cyclus. Bij omgevingstemperaturen beneden 20 °C treedt deze sprong in NO_x emissie niet op. Dit niet constante emissiegedrag (de sprong in NO_x emissie) is niet waargenomen in 4*UDC testen met een warme start. Verder is dit NO_x emissiegedrag niet te verklaren aan de hand van het gedrag van het hoge druk EGR-systeem en kan op basis van deze meetdata niet worden verklaard. Bij het tweede testvoertuig met motorkalibratie 2 is hier nader onderzoek naar gedaan door het gedrag van het lage druk EGR systeem te onderzoeken.

*Hoe functioneert de LNT in 4*UDC testen en hoe beïnvloedt deze de NO_x emissies?*

Een LNT slaat NO_x op zolang de buffercapaciteit niet volledig is benut. Of er sprake is van NO_x buffering kan worden bepaald door de NO_x emissies voor en na LNT te

meten en het verschil te berekenen. Indien er geen verschil is tussen de gemeten NO_x emissies voor en na LNT wordt er geen NO_x opgeslagen of omgezet in de LNT. De tijdsduur voor volledige vulling van de LNT NO_x buffer is o.a. afhankelijk van de bedrijfstemperatuur, het volume van de LNT en de NO_x productie van de motor, in de praktijk kan dit soms wel 30 minuten duren.

Nadat buffering heeft plaatsgevonden kan de LNT in principe actief worden geregenereerd door de motorafstelling aan te passen, een LNT regeneratie duurt in de regel 10-15 seconden.

In de uitgevoerde 4*UDC testen lijkt er bijna altijd sprake van NO_x buffering maar in geen van de 4*UDC testen is een LNT regeneratie uitgevoerd. Het kleine overblijvende effect kan mogelijk het gevolg zijn van onnauwkeurigheden in de metingen.

In de meeste preconditioneringstesten is de LNT wel geregenereerd en dit betekent dat de NO_x buffer van de LNT bij aanvang van een 4*UDC test relatief leeg is en er gedurende de 4*UDC testen NO_x is opgeslagen. In veel testen heeft buffering van NO_x plaatsgevonden omdat de gemeten NO_x emissie voor de LNT hoger is dan de gemeten NO_x emissie na de LNT. Deze buffering neemt af in de loop van de uitgevoerde emissietesten.

In 4*UDC testen is in de LNT katalysator sprake van NO_x buffering en wordt de LNT niet geregenereerd.

*Is er verschil in NO_x emissies tussen 4*UDC testen met koude en warme start?*

Bij omgevingstemperaturen boven 20 °C blijkt de NO_x emissie per ECE cyclus in de eerste ECE cycli van een 4*UDC test met koude start substantieel lager te zijn dan in een 4*UDC test met warme start (220-250 versus 450-500 mg per ECE cyclus). Bij testen met een koude start springt de NO_x emissie na verloop van tijd naar het niveau van een test met een warme start.

*Hoe verhouden zich de 4*UDC testresultaten van de rollenbank en testbaan?*

Bij gelijke omgevingstemperaturen blijkt het NO_x emissiegedrag van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1 in 4*UDC testen op de testbaan en op de rollenbank vrijwel identiek. De sprong in NO_x emissie die in de loop van de test optreedt en de NO_x emissieniveaus zijn nagenoeg gelijk.

Welke motorcondities veranderen ten tijde van de sprong in NO_x emissie?

In Figuur 4-14 wordt een aantal parameters van de 4*UDC test van 19-04-2018 weergegeven. In de tiende ECE cyclus blijkt het luchtverbruik van de motor per ECE cyclus (MAF) te stijgen van 220 naar 250 g, de hogedruk EGR klep sluit gedeeltelijk en de NO_x emissie stijgt substantieel. De oorzaak van de sprong in NO_x emissie in 4*UDC testen lijkt primair gelegen in de verandering van de hoeveelheid toegediende EGR in de motor.

Deelconclusie 5:

In UDC testen van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1 met koude motor start en bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C blijkt na verloop van tijd de NO_x emissie van de motor abrupt te stijgen van 300 naar 450 mg per ECE cyclus. Het tijdstip van deze plotselinge stijging van de NO_x emissie varieert in de verschillende testen, hier is geen verklaring voor gevonden. De sprong van de NO_x emissie wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een actieve aansturing van het EGR

systeem dat de hoeveelheid EGR regelt. Dit wordt nader onderzocht op het voertuig met motorkalibratie 2, deze resultaten zijn gerapporteerd in hoofdstuk 5 van dit rapport. Mogelijk zijn andere motorparameters (zoals de brandstofinspuitstrategie) ook van invloed op de NO_x emissies, deze zijn niet onderzocht.

In UDC testen met warme start bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C zijn de NO_x emissies van de motor constant op een niveau tussen 350-530 mg per ECE cyclus en blijkt de EGR-regeling stabiel te functioneren.

Deelconclusie 6:

Bij gelijke omgevingstemperaturen en gelijke preconditioneringscycli blijkt het NO_x emissiegedrag van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1 in 4*UDC testen op de testbaan en op de rollenbank vrijwel identiek. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het emissiegedrag van het voertuig op de rollenbank en op de testbaan overeenkomen en reproduceren en de verschillende soorten meetapparatuur soortgelijke resultaten leveren.

4.1.6 *Emissiegedrag bij constante snelheden met motorkalibratie 1*

Achtergrond:

Emissies kunnen door veel (motor)parameters worden beïnvloed. Om beter zicht te krijgen op het emissiegedrag van de Suzuki Vitara in de tijd is een systematische testmethodiek noodzakelijk. De systematische aanpak maakt het mogelijk diverse testen met elkaar te vergelijken.

Uitvoering:

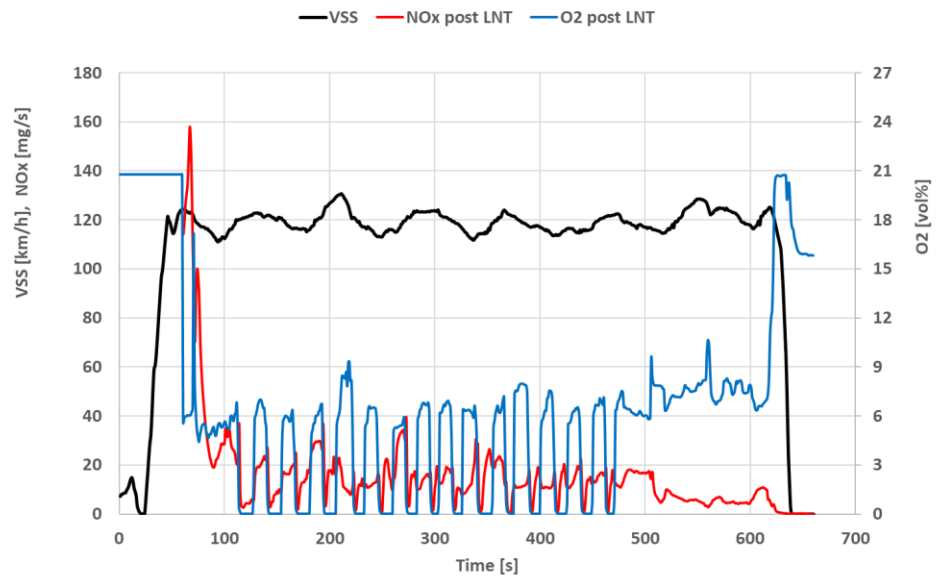
Voor een verdere verkenning van het emissiegedrag in de tijd van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 1 zijn emissietesten bij vrijwel constante snelheden uitgevoerd.

Resultaat:

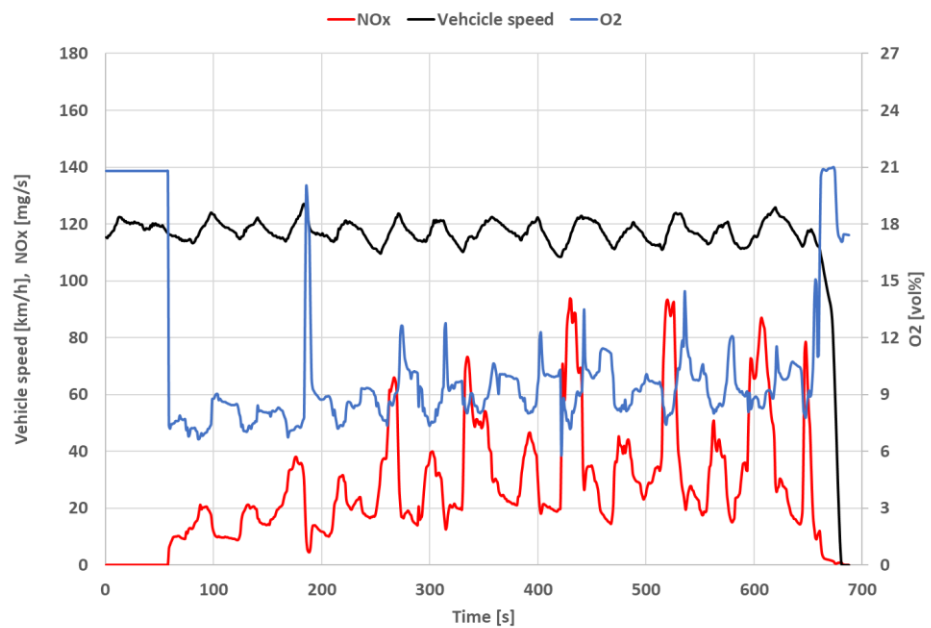
In Figuur 4-25 zijn de resultaten van een eerste test bij min of meer constante snelheid van 120 km/h uur weergegeven. De NO_x emissies variëren tussen 5 en 40 mg/s en hebben een cyclisch verloop. Tot t = 470 s wordt de LNT herhaaldelijk geregenereerd. De zuurstofconcentratie in het uitlaatgas bevindt zich in de periodes waar geen LNT regeneraties optreden globaal tussen 6 en 9 vol%.

In Figuur 4-26 zijn de resultaten van een tweede test bij min of mee constante snelheid van 120 km/h weergegeven. De NO_x emissies lopen gedurende de test langzaam op van 10 tot wel 90 mg/s en hebben een cyclisch karakter. Ook loopt gedurende deze test de O₂ concentratie in het uitlaatgas geleidelijk op, dit duidt op een langzaam afnemende werking van het EGR systeem. In deze test is er geen sprake van LNT regeneraties. De zuurstofconcentratie in het uitlaatgas neemt in de loop van de test toe en bevindt zich globaal tussen 7 en 12 vol%.

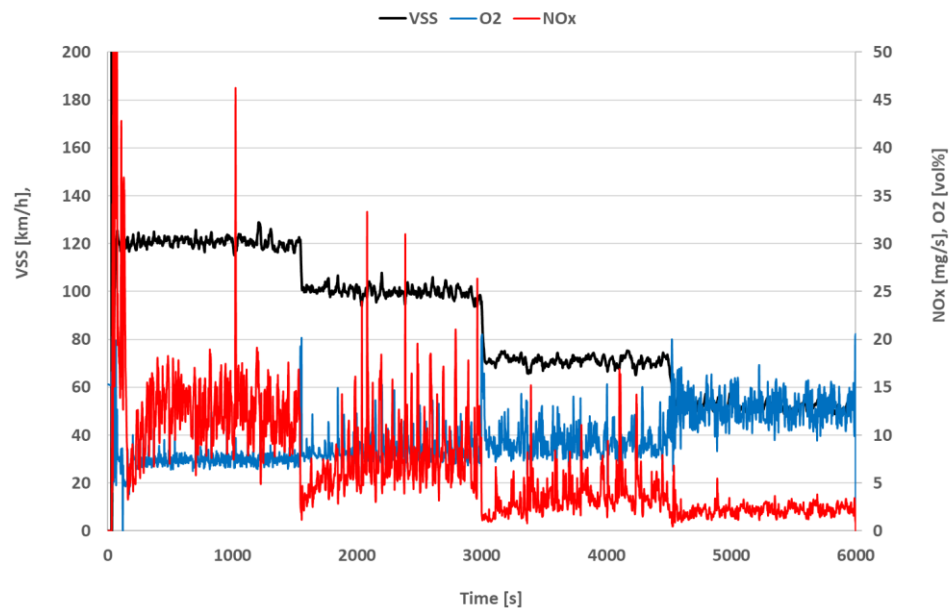
In Figuur 4-27 zijn de resultaten van een test met diverse constante snelheden weergegeven. Nadat een snelheid is ingesteld blijkt de NO_x emissie al snel te stabiliseren op een voor die snelheid vast niveau. Ook vinden in deze test van meer dan 1,5 uur geen LNT regeneraties plaats.



Figuur 4-25: NO_x en O₂ emissies bij 120 km/h met motorkalibratie 1, uitgevoerd op de testbaan op 10-04-2018 bij een omgevingstemperatuur van 23 °C.



Figuur 4-26: NO_x en O₂ emissies bij 120 km/h met motorkalibratie 1, uitgevoerd op de testbaan op 06-12-2018 bij een omgevingstemperatuur van 18-20 °C.



Figuur 4-27: NO_x en O₂ emissies bij 120, 100, 70 en 50 km/h met motorkalibratie 1, uitgevoerd op de testbaan op 31-05-2018 bij een omgevingstemperatuur van 21-24 °C.

Analyse:

In testen bij constante snelheden met motorkalibratie 1 is sprake van niet reproduceerbaar emissiegedrag van de motor. In een willekeurige test bij 120 km/h wordt de LNT regelmatig geregenereerd terwijl bij een andere soortgelijk uitgevoerde test de LNT niet wordt geregenereerd. In die zelfde testen zijn de zuurstofconcentraties in het uitlaatgas ook verschillend, dit duidt op een verschillende aansturing van de EGR systemen in de twee testen. In een andere test van meer dan 1,5 uur bij diverse snelheden werd de LNT geen enkele maal geregenereerd. Voor dit beschreven emissiegedrag is geen verklaring gevonden.

Deelconclusie 7:

In testen bij relatief constante snelheden van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 1 is het emissiegedrag niet reproduceerbaar, de NO_x emissies kunnen meer dan een factor 2 verschillen. De gemeten zuurstofconcentraties in het uitlaatgas variëren, dit duidt op verschillende aansturingen van de EGR systemen. Ook is er soms sprake van een stijgende trend van de NO_x emissies. Verder is het regeneratiegedrag van de LNT in deze test opzet niet verklaarbaar.

4.1.7 Emissiegedrag in RDE testen met motorkalibratie 1

In deze paragraaf wordt de deeldoelstelling 7 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: Wat is het emissiegedrag van het voertuig met motorkalibratie 1 in de praktijk?

Achtergrond:

In dit onderzoek zijn naast gedefinieerde testcycli ook Real Driving Emission (RDE) tests uitgevoerd. Een RDE test wordt gereden in de stad, op de buitenweg en op de

snelweg en duurt 90-120 minuten en kan van test tot test verschillen omdat de verkeerssituaties en de weersomstandigheden niet constant zijn.

Uitvoering:

In de omgeving van Lelystad is een RDE route ontwikkeld en deze is gebruikt voor de uitvoering van RDE testen.

Resultaat:

In Tabel 4-3 zijn de testresultaten van twee RDE testen weergegeven.

Tabel 4-3: Emissieresultaten RDE ritten (lengte 87.2 km) met motorkalibratie 1

Datum	Omgevings-temperatuur [°C]	Aantal en totale duur LNT regeneraties in RDE test. [s]	CO ₂ [g/km]	NO _x [mg/km] voor LNT – na LNT*
28-03-2018	13	11 - 99	137.5	----- - 691
06-06-2018	26	1 - 13	127.0	507 - 420

*Gecorrigeerd voor LNT regeneraties

Analyse:

De NO_x emissie van de eerste RDE test die bij een omgevingstemperatuur van 13 °C is uitgevoerd, is 691 mg/km en in deze test zijn gedurende 99 seconden LNT regeneraties uitgevoerd. In de RDE test bij 26 °C is de NO_x emissie 420 mg/km en zijn gedurende 13 seconden LNT regeneraties uitgevoerd. Aangezien de NO_x emissie voor de LNT 507 mg/km is, kan de NO_x reductie die de LNT heeft gerealiseerd worden bepaald, deze is 87 mg/km. Ondanks de langere totale duur van de LNT regeneraties in de RDE test bij een omgevingstemperatuur van 13 °C is de NO_x emissie substantieel hoger in deze test dan de NO_x emissie van de RDE test bij een omgevingstemperatuur van 26 °C.

Deelconclusie 8:

In RDE testen met motorkalibratie 1 is de NO_x emissie afhankelijk van de omgevingstemperatuur. Bij een omgevingstemperatuur van 13 °C is een substantieel hogere NO_x emissie gemeten dan bij een omgevingstemperatuur van 26 °C (691 versus 420 mg/km).

4.2 Verificatie rollenbankemissies met motorkalibratie 1

Het grootste deel van dit onderzoek is uitgevoerd op de testbaan van de RDW; Deze testresultaten zijn geverifieerd door bepaalde testen op de rollenbank te herhalen. Ook de emissies in een typegoedkeuringstest zijn met een rollenbankmeting geverifieerd.

4.2.1 Verificatie emissies in een NEDC typekeuringstest

In deze paragraaf wordt de deeldoelstelling 1 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: In welke mate voldoet het geteste voertuig aan de Euro 6 limietwaarden?

Achtergrond:

Een voertuigfabrikant dient In Service Conformity (ISC) testprogramma's met een beperkt aantal voertuigen van een bepaald model uit te voeren door uitvoering van NEDC typegoedkeuringstesten. ISC-programma's zijn bedoeld om te controleren of voertuigen aan de geldende emissie-eisen voldoen. Voertuigen jonger dan vijf jaar of met een kilometerstand lager dan 100,000 km moeten aan de ISC-eisen voldoen. De geteste Suzuki Vitara Euro 6 diesel is op 8 juli 2015 te naam gesteld en werd in augustus 2018 op de rollenbank getest bij een kilometerstand van 95,068 km.

Uitvoering:

Het voertuig is op de rollenbank getest in diverse testcycli waaronder de NEDC testcyclus. De testen zijn uitgevoerd met referentiebrandstof (zie bijlage A) en met verschillende rijweerstandscurven. Voorafgaand aan de NEDC testen zijn preconditioneringstesten op de rollenbank (3* EUDC) uitgevoerd en vervolgens is het voertuig gedurende meer dan 6 uur geconditioneerd in een ruimte met een temperatuur van 23 °C. De temperatuur van de rollenbankruimte was tijdens de testen 23 °C.

Resultaat en analyse:

Tabel 4-4 toont de Euro 6 limietwaarden, de resultaten van de NEDC typegoedkeuringstest van dit voertuigmodel (OEM Type approval) en een NEDC testresultaat in dit project verkregen via een rollenbankmeting. Met de OEM road load (RL1) is de in dit project gemeten NEDC NO_x emissie 64.9 – 83.1 mg/km, dit is gemiddeld lager dan de limietwaarde van 80 mg/km maar hoger dan de gemeten waarde van 37.7 mg/km in de typegoedkeuring. De gemeten CO, THC+NO_x, PM en PN emissies zijn lager dan de Euro 6 limietwaarden. Tegelijkertijd is de CO₂ emissie van 114.9 – 117.2 g/km 8 - 11% hoger dan de door de fabrikant gespecificeerde waarde van 106 g/km. Dit duidt op een relatief hogere motorbelasting in de NEDC test van dit onderzoek en dit is mogelijk ook de oorzaak van de relatief hoge gemeten NO_x emissies, die hoger zijn dan de waarde in de typegoedkeuring.

Tabel 4-4: Limietwaarden en meetwaarden in NEDC emissietesten op de rollenbank met rijweerstandscurve RL1 en koude start met motorkalibratie 1.

	CO ₂	CO	NO _x	THC+NO _x	PM	PN
	[g/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[#/km]
Euro 6 limietwaarde	-	500	80	170	4.5	6.0 * 10 ¹¹
NEDC RL 1*	-	131.2	37.7	77.1	0.95	1.4 * 10 ¹¹
NEDC RL 1**	124.2	238.5	82.9	137.9	0.15	4.9 * 10 ¹⁰
NEDC RL 1	114.9	236.9	64.9	118.1	0.12	4.7 * 10 ¹⁰
NEDC RL 1	117.2	207.5	83.1	129.0	0.27	5.1 * 10 ¹⁰
NEDC RL 1	115.5	165.0	76.3	110.7	-	3.4 * 10 ¹⁰

*OEM Type approval **Start-stop niet actief

Deelconclusie 9:

In een NEDC test met motorkalibratie 1 die volgens de typegoedkeuringseisen op de rollenbank is uitgevoerd is de CO₂ emissie 114.9 – 117.2 g/km, dit is 8 - 11% hoger dan de door de fabrikant gespecificeerde waarde. De gemeten NO_x emissie is 64.9 – 83.1 en ligt gemiddeld 7% beneden de Euro 6 limietwaarde. Dit testvoertuig met motorkalibratie 1 voldoet aan de Euro 6 NO_x limietwaarden.

4.2.2 *Effecten van verschillende rijweerstanden op de emissies*

In deze paragraaf wordt de doelstelling 3 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: Wat is het effect van verschillende rijweerstandcurven op uitlaatemissies?

Achtergrond:

In een rollenbanktest wordt de totale rijweerstand en de massa van een voertuig gesimuleerd door de rollenbank. Daarvoor wordt de rijweerstandscurve van het testvoertuig eerst op de weg bepaald en vervolgens ingesteld op de rollenbank. Het is een bekend gegeven dat rijweerstandscurven die volgens de testprocedure in de typegoedkeuring worden bepaald, laag uitvallen.

In paragraaf 5.1 zijn de rijweerstandscurven van het testvoertuig weergegeven. Er blijkt sprake van een zeer substantieel verschil tussen de rijweerstandscurve van de fabrikant en de vastgestelde rijweerstandscurve op de testbaan van de RDW. Aangezien dit testprogramma zowel op de rollenbank als op de weg is uitgevoerd is het gewenst een goed beeld van eventuele verschillen in testresultaten te hebben.

Uitvoering:

Het testvoertuig is op de rollenbank getest met de rijweerstandscurve van de fabrikant (RL 1) en met drie andere rijweerstandscurve (RL2, RL3 en RL4).

Resultaat:

In Tabel 4-5 zijn resultaten van drie NEDC testen met vier verschillende rijweerstandscurven op de rollenbank (RL 1,2,3,4) weergegeven. Bij een toename van de rijweerstand (RL 1 naar RL 4) neemt de CO₂ emissie toe van 114.9 – 117.2 naar 151.9 g/km. De NO_x emissie varieert tussen 64.9 en 167.6 mg/km en lijkt niet gerelateerd aan de rijweerstand.

Tabel 4-5: Resultaten van NEDC emissietesten met motorkalibratie 1 met verschillende rollenbankinstellingen.

	CO ₂	CO	NO _x	THC+NO _x	PM	PN
	[g/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[#/km]
Euro 6 limietwaarde	-	500	80	170	4.5	6.0 * 10 ¹¹
NEDC RL 1*	-	131.2	37.7	77.1	0.95	1.4 * 10 ¹¹
NEDC RL 1**	124.2	238.5	82.9	137.9	0.15	4.9 * 10 ¹⁰
NEDC RL 1	114.9	236.9	64.9	118.1	0.12	4.7 * 10 ¹⁰
NEDC RL 1	117.2	207.5	83.1	129.0	0.27	5.1 * 10 ¹⁰
NEDC RL 1	115.5	165.0	76.3	110.7	-	3.4 * 10 ¹⁰
NEDC RL 2	125.4	229.5	124.8	169.9	0.35	3.6 * 10 ¹⁰
NEDC RL 2	122.2	176.7	80.5	125.0	0.18	6.3 * 10 ¹⁰
NEDC RL 3	131.1	230.6	79.7	116.2	-	7.6 * 10 ¹⁰
NEDC RL 4	151.9	318.0	167.6	216.9	0.20	1.2 * 10 ¹¹

*OEM Type approval **Start-stop niet actief

Deelconclusie 10:

Uit de resultaten van NEDC testen op de rollenbank met motorkalibratie 1 met verschillende rijweerstandscurven blijkt dat de CO₂ emissie toeneemt als de rijweerstand toeneemt. Een toename van de rijweerstand heeft een toename van de motorbelasting tot gevolg en dit leidt in dit testprogramma tot een verhoging van

de CO₂ emissie van 115 naar 152 g/km (+ 32%). De NO_x emissie varieert tussen 65 en 168 mg/km en heeft geen directe relatie met een toenemende rijweerstand.

4.2.3 *Vergelijk van SEMS emissieresultaten met rollenbank emissieresultaten*

In deze paragraaf worden de deeldoelstelling 7 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: Wat is de kwaliteit van SEMS in vergelijking met de meetresultaten van de rollenbank?

Achtergrond:

De meetsystemen van de rollenbank verschillen van het mobiele meetsysteem SEMS. De wettelijk gedefinieerde methode op de rollenbank wordt uitgevoerd met een verdunningstunnel met constant debiet en een bemonstering met een continue volumestroom. Dit uitlaatgas wordt in zakken verzameld en achteraf geanalyseerd in uitlaatgasanalysatoren.

SEMS is uitgerust met een NO_x-O₂ sensor in de uitlaat en maakt via het On Board Diagnostics (OBD) systeem gebruik van sensoren die in het voertuig zijn gemonteerd. Beide meetsystemen zijn in dit onderzoek toegepast.

Uitvoering:

In een aantal rollenbanktesten is een validatie van SEMS met de meetapparatuur van de rollenbank uitgevoerd. Beide meetsystemen waren tegelijkertijd in bedrijf.

Resultaat:

In Figuur 4-28 zijn de CO₂ emissies van vijf verschillende NEDC emissietesten weergegeven. De gemeten SEMS CO₂ emissies zijn 118 – 134 g/km en zijn 0.6 tot 4.4% hoger dan gemeten met de wettelijk rollenbankmethode.

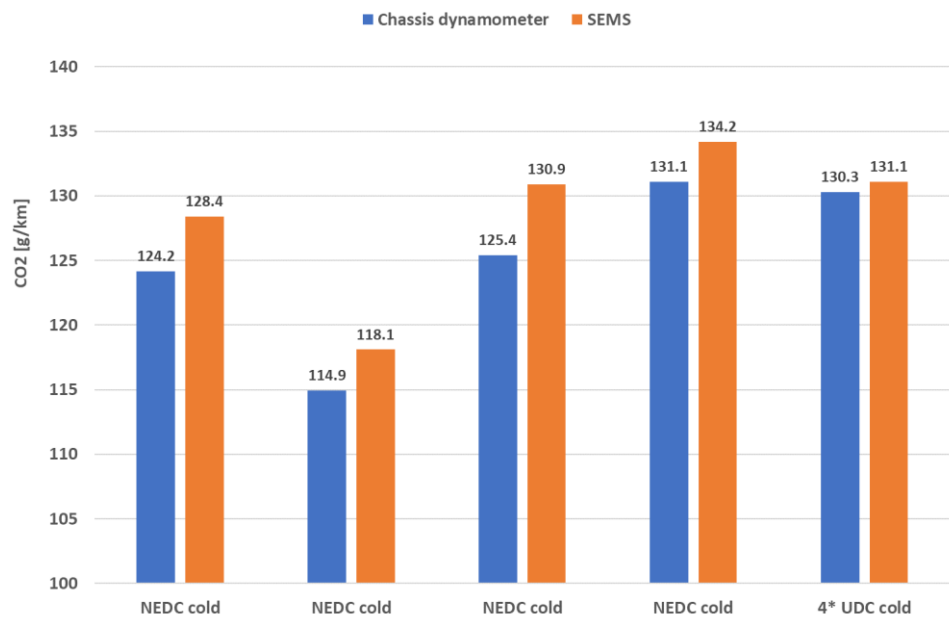
In Figuur 4-29 zijn de bijbehorende NO_x emissies weergegeven. De gemeten SEMS NO_x emissies zijn na correctie voor de LNT regeneraties 63 - 182 mg/km en wijken -2.3 tot +2.6% af van de resultaten die zijn gemeten met de wettelijke rollenbankmethode.

Analyse:

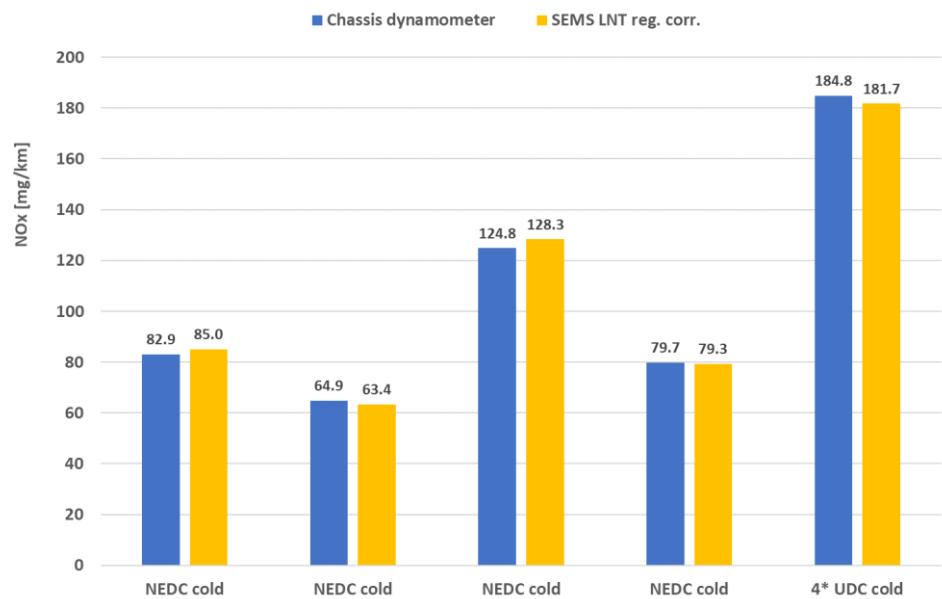
Met SEMS gemeten CO₂ emissies zijn telkens wat hoger dan de CO₂ emissies gemeten op de rollenbank. Alle gemeten SEMS CO₂ emissies zijn hoger dan de emissies van de rollenbank en deze afwijking is redelijk constant. Dit duidt op een geringe systematische afwijking van SEMS.

Deelconclusie 11:

De door het mobiele meetsysteem SEMS gemeten CO₂ en NO_x emissies van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 1 wijken licht af van de testresultaten die volgens de wettelijke meetmethode op de rollenbank zijn bepaald. Deze afwijkingen zijn voor CO₂ 0.6 – 4.4 % en voor NO_x -2.3 – 2.6 %. Voor de deelconclusies die betrekking hebben op de NO_x emissies in dit onderzoek hebben de genoemde verschillen in meetresultaten van het SEMS systeem en de wettelijke methode op de rollenbank geen gevolgen omdat alle afwijkingen gering zijn.



Figuur 4-28: CO₂ emissies met motorkalibratie 1 van verschillende rollenbanktesten gemeten met meetapparatuur van de rollenbank (chassis dynamometer) en met SEMS

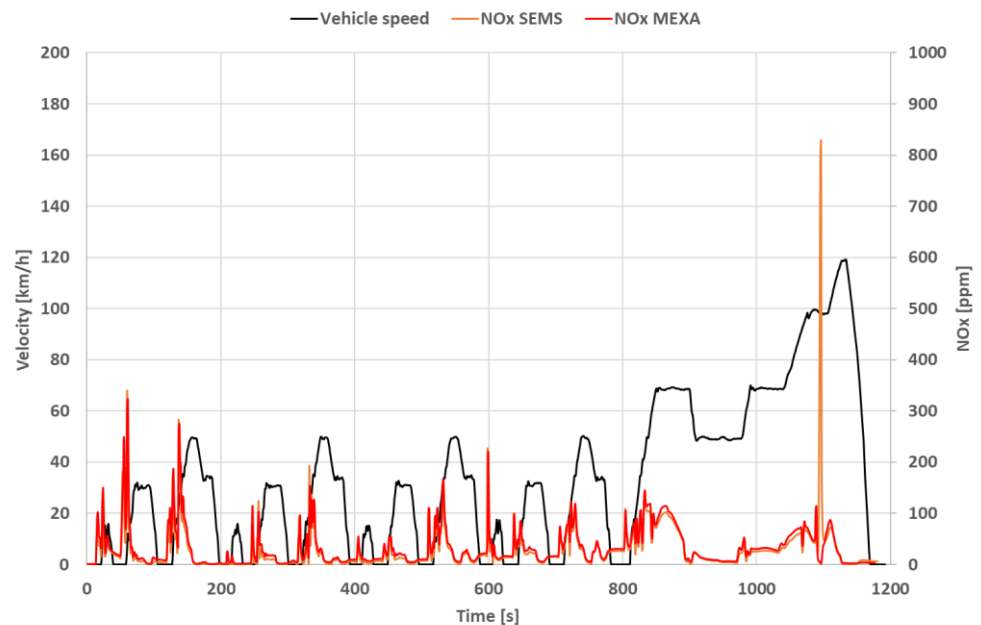


Figuur 4-29: NO_x emissies met motorkalibratie 1 van vijf rollenbanktesten, gemeten met meetapparatuur van de rollenbank (chassis dynamometer) en met SEMS.

4.2.4 Effecten LNT regeneraties op gemeten NO_x emissies

Achtergrond:

In paragraaf 4.1.3 zijn in alle 3*EUDC testen ten tijde van de LNT regeneraties door de NO_x-O₂ sensor van SEMS NO_x piekemissies gemeten. Ook treedt dit fenomeen op tijdens de LNT regeneratie in de NEDC test, zie Figuur 4-30. Naar dit fenomeen is onderzoek gedaan. Hierbij dient te worden opgemerkt dat LNT regeneraties slechts een zeer klein aandeel van de totale bedrijfstijd vormen. De gemeten NO_x piekemissies zijn echter zeer fors en dit betekent dat het effect op de eindresultaten van een test substantieel kunnen zijn.



Figuur 4-30: NO_x emissies met motorkalibratie 1 van een NEDC test uitgevoerd op 15-08-2018 op de rollenbank gemeten met meetapparatuur van de rollenbank (MEXA) en met SEMS.

Uitvoering:

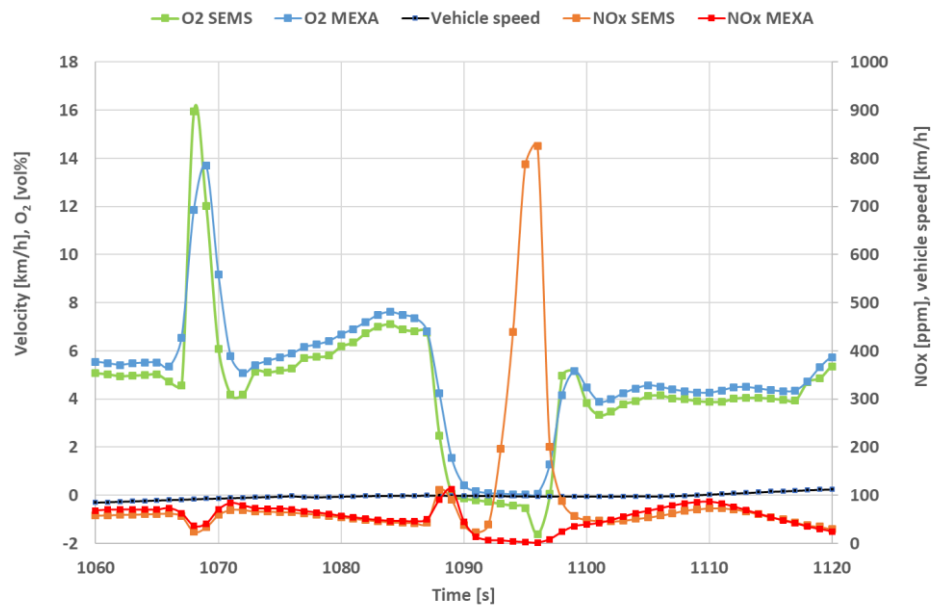
In een op de rollenbank uitgevoerde NEDC test zijn de emissies zowel door de meetapparatuur van de rollenbank (MEXA) als door SEMS gemeten. Deze testresultaten zijn met elkaar vergeleken.

Resultaat en analyse:

In Figuur 4-31 zijn de NO_x en O₂ concentraties ten tijde van een LNT regeneratie gemeten door de testapparatuur van de rollenbank en SEMS weergegeven. Tijdens een LNT regeneratie blijkt de zuurstofconcentratie in het uitlaatgas 0,00 vol% te zijn, de SEMS NO_x-O₂ sensor meet zelfs een negatieve zuurstofconcentratie. Nu blijkt tijdens LNT regeneraties de door SEMS gemeten NO_x concentratie een piekwaarde van meer dan 800 ppm te hebben terwijl de gemeten NO_x concentratie door de analysator van de rollenbank 0 ppm is.

De productspecificaties van de NO_x-O₂ sensor beschrijven de operationele condities. Eén van deze condities is dat uitlaatgas minimaal een kleine hoeveelheid zuurstof dient te bevatten. Aangezien het uitlaatgas tijdens een LNT regeneratie geen zuurstof bevat moeten de meetwaarden op die momenten als 'niet geldig'

worden beschouwd. Nu blijkt dat in Figuur 4-31 de door de rollenbank (MEXA) gemeten NO_x concentraties ten tijde van een LNT regeneratie 0 ppm zijn. Derhalve zijn in dit onderzoeksproject de NO_x concentraties bij LNT regeneraties (gemeten O₂ <= 0.00 vol%) op 0 ppm gesteld.



Figuur 4-31: NO_x emissies met motorkalibratie 1 van een sectie van een NEDC test uitgevoerd op 15-08-2018 op de rollenbank gemeten met meetapparatuur van de rollenbank (MEXA) en met SEMS.

Deelconclusie:

Tijdens LNT regeneraties zijn NO_x piekemissies door het SEMS meetsysteem gemeten. Onderzoek heeft uitgewezen dat tijdens een LNT regeneratie het uitlaatgas geen zuurstof bevat; Dit zuurstofloze uitlaatgas blijkt niet binnen de specificatie van de operationele condities van de NO_x-O₂ sensor te vallen, en de resultaten zijn afwijkend, en alle meetwaarden zijn daarom gecorrigeerd op basis van meetwaarden die door de NO_x analysator van de rollenbank onder die condities (zuurstofloos uitlaatgas) zijn gemeten.

5 Resultaten motorkalibratie 2

De resultaten van het emissieonderzoek zijn in dit hoofdstuk thematisch weergegeven met als doel de leesbaarheid van dit rapport te verhogen. Dit betekent dat resultaten van testen die op verschillende tijdstippen zijn uitgevoerd met elkaar worden vergeleken. In enkele gevallen worden resultaten van het eerder uitgevoerde verkennende RDW emissieonderzoek ook ingebracht. In dit hoofdstuk wordt het uitgevoerde onderzoek aan een Suzuki Vitara met motorkalibratie 2 ('update') beschreven.

5.1 Bepaling van de rijweerstand van het testvoertuig op de testbaan

In deze paragraaf wordt de doelstelling 2 van paragraaf 1.2 behandeld.

Achtergrond:

De emissietesten die op de testbaan zijn uitgevoerd zijn deels herhaald op de rollenbank. Op een rollenbank dient de rijweerstandcurve van het testvoertuig te worden ingesteld. Als de op de testbaan vastgestelde rijweerstandcurve op de rollenbank wordt ingesteld, benaderen testcondities op de rollenbank de situatie op de testbaan. Zie ook paragraaf 2.4 voor meer achtergrondinformatie over de bepaling van een rijweerstandcurve.

Door de fabrikant is de rijweerstandcurve ook bepaald voorafgaand aan de typegoedkeuringstest, deze wordt in Figuur 5-2 en Tabel 5-1 aangeduid met 'OEM' of 'RL 1'.

Uitvoering:

In dit onderzoek is de rijweerstandcurve van het testvoertuig conform de wettelijke procedure bepaald. Deze wordt uitgevoerd op de rechte stukken wegdek van de testbaan en wordt in de resultaten aangeduid met 'TCL', zie Figuur 5-2. Aan het einde van het testprogramma is de rijweerstandcurve van het testvoertuig over de gehele testbaan bepaald (inclusief de kombochten), zie Figuur 5-1. De testbaan in Lelystad bestaat uit twee rechte stukken wegdek en twee kombochten, zie paragraaf 3.3.2. Zestien road load testen zijn uitgevoerd die op zes verschillende plaatsen op de testbaan zijn aangevangen; Met deze aanpak is een goede verdeling van de verschillende snelheden over de baanvakken gerealiseerd.

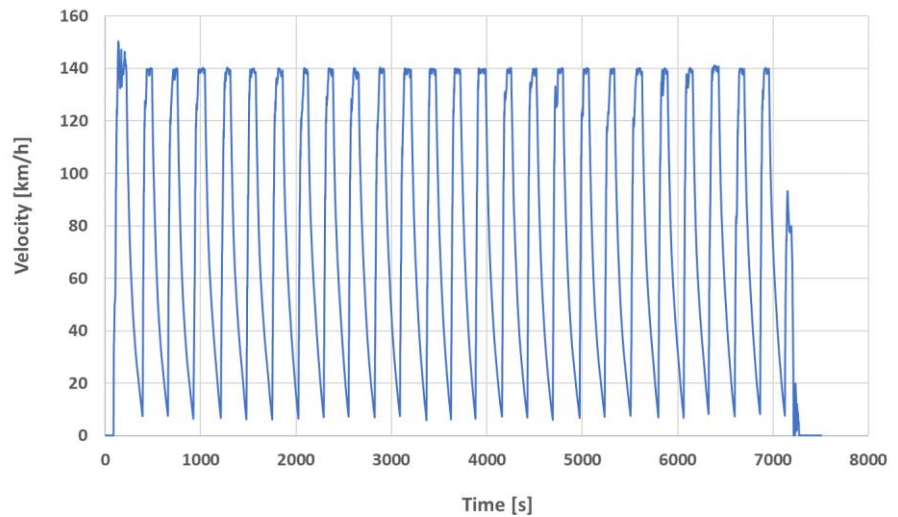
Resultaat:

De TCL rijweerstandcurve ligt vooral bij lagere snelheden hoger dan de OEM curve. Mogelijke oorzaken van deze verhoogde rijweerstand zijn:

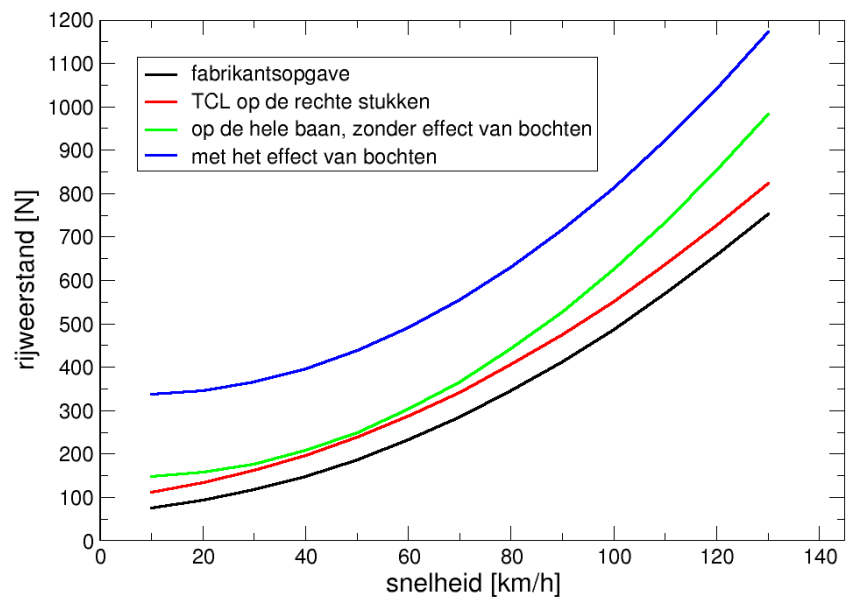
- Een wegdek met meer rijweerstand,
- Een hogere voertuigmassa,
- Minder spoor van de wielen in de bochten,
- Meer frictie in de aandrijflijn van het testvoertuig dan in het voertuig van de typegoedkeuring,
- Banden met een hogere rolweerstand.

In Figuur 5-2 en Tabel 5-1 zijn de resultaten van deze rijweerstandcurven (in rood en groen) weergegeven. Door kombochten stijgt de gemiddelde rijweerstandskracht

op de testbaan in Lelystad over het snelheidsinterval 10-130 km/h met 300-400 N; Bij lagere snelheden betekent dit een verdubbeling van de rijweerstand.



Figuur 5-1: Road load testen van de Suzuki Vitara op de testbaan in Lelystad, gestart op zes verschillende testbaanlocaties.



Figuur 5-2: Rijweerstandscurven van de Suzuki Vitara onder verschillende condities

Tabel 5-1: Coëfficiënten van de rijweerstandscurven van de Suzuki Vitara

Bron	Inertia	F0	F1	F2
	[kg]	[N]	[N/km]	[N/km ²]
OEM (RL1) black	1360	66.4	0.63	0.0358
TCL (RL 2) red	1422	99.1	1.03	0.0350
TCL (RL 3)	1422	150.0	1.03	0.0350
TCL (RL 4)	1422	220.0	1.03	0.0350
TCL (RL 5) blue	1414	340.0	-0.79	0.0553

Deelconclusie 12:

De rijweerstandscurve van het testvoertuig op de testbaan in Lelystad ligt globaal 1,5 tot 5,2 keer hoger dan de door de fabrikant vastgestelde rijweerstandscurve. Het absolute verschil in rijweerstandskracht is over het snelheidsbereik 10-130 km/h is 300 - 400 N. Dit verschil wordt grotendeels veroorzaakt door de kombochten in de testbaan.

5.2 Onderzoek praktijkemissies op een testbaan en op de openbare weg

In deze sectie zal met name aandacht zijn voor de NO_x emissies van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 2.

De NO_x emissies van deze motor worden geregeld door een viertal technologieën of subsystemen die in paragraaf 4.1 zijn beschreven.

5.2.1 Effecten van de omgevingstemperatuur op emissies

In deze paragraaf wordt de doelstelling 9 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: In welke mate heeft de omgevingstemperatuur invloed op het emissiegedrag van het testvoertuig?

Achtergrond:

In Europa kunnen de buitentemperaturen gedurende het kalenderjaar sterk variëren. Aangezien de buitentemperatuur wordt gemeten door het voertuig is het de vraag in welke mate de motorafstelling hierdoor wordt beïnvloed.

Uitvoering:

Voor de beantwoording van deze vraag zijn op verschillende dagen met verschillende omgevingstemperaturen NEDC testen met een koude start uitgevoerd. Voorafgaand aan een NEDC test is in alle gevallen een (aangepaste) preconditioneringstest (3* EUDC) uitgevoerd en in de meeste gevallen is het voertuig in een binnenruimte met een temperatuur van 25 °C geconditioneerd.

Resultaat:

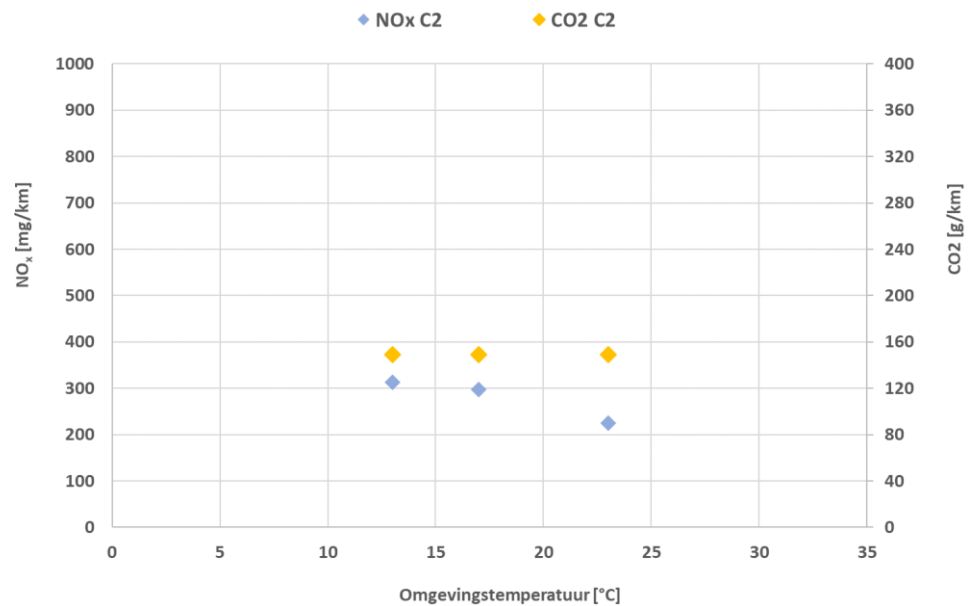
In Tabel 5-2 en Figuur 5-3 zijn de emissieresultaten van NEDC testen van motorkalibratie 2 weergegeven die bij verschillende conditionerings- en buitentemperaturen zijn uitgevoerd. Ook is de duur van de drie LNT regeneraties in de preconditioneringstesten vermeld.

De NO_x emissie bij omgevingstemperaturen van 13 tot 23 °C en voorafgaand uitgevoerd met een standaard preconditioneringstest (3* EUDC) is 200 tot 293 mg/km en lijkt gerelateerd aan de buitentemperatuur. De bijbehorende CO₂ emissie is in de drie uitgevoerde testen gelijk en is 149 g/km.

Tabel 5-2: NEDC testresultaten op de testbaan met motorkalibratie 2 bij verschillende omgevingstemperaturen.

Datum	Omgevings-temperatuur [°C]*	Duur 3 LNT regeneraties in precon. [s]	CO ₂ [g/km]	NO _x [mg/km] Pre LNT – Post LNT**
6-11-2018	25 - 13	14 - 12 - 14	148.8	432 - 293
7-11-2018	25 - 17	0 - 4 - 12	148.9	284 – 266
18-4-2019	25 - 23	15 -10 - 11	149.1	325 – 200

*De eerste vermelde temperatuur heerst in de conditioneringsruimte en bij deze temperatuur vangt de test aan. De tweede waarde is de gemiddelde buitentemperatuur op de testbaan. ** SEMS meting gecorrigeerd i.v.m. LNT regeneratie.



Figuur 5-3: Gecorrigeerde NO_x en CO₂ emissies van NEDC testen met koude start gemeten op de testbaan met motorkalibratie 2 bij verschillende omgevingstemperaturen.

Deelconclusie 13:

Uit de resultaten van NEDC testen met koude start van de Suzuki Vitara's Euro 6 diesel met motorkalibratie 2 die op de testbaan bij omgevingstemperaturen van 13 – 23 °C zijn uitgevoerd blijkt dat de NO_x emissie stijgt bij dalende omgevingstemperaturen. Verder is het aantal en de duur van de LNT regeneraties in de preconditioneringstest van invloed op de NO_x emissies in de NEDC test. Bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C en een standaard preconditioneringscyclus (3* EUDC) wordt in een NEDC op de testbaan een NO_x emissie van 200 mg/km behaald.

5.2.2 Invloeden van de preconditioneringstest op de NO_x emissie in de emissietest met motorkalibratie 2

In deze paragraaf wordt de doelstelling 11 van paragraaf 1.2 behandeld.

Gezien de spreiding van NO_x emissies in NEDC testen is nader onderzoek gedaan naar de conditie van de LNT (de mate waarin de NO_x buffer is gevuld) en de regeneratiefrequentie.

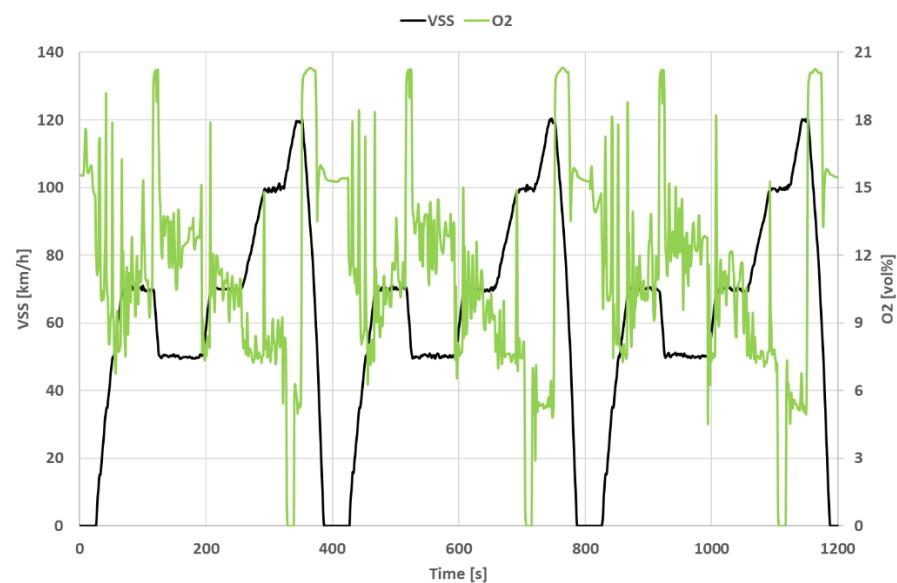
Achtergrond:

Een Lean NO_x Trap (LNT) is in staat een bepaalde hoeveelheid NO_x gedurende een aantal minuten op te slaan. Na verloop van tijd wordt de LNT gedurende een aantal seconden geregenereerd; De LNT wordt tijdens een regeneratie een zeer rijk lucht-brandstof mengsel aangeboden. Het doel is dan de opgeslagen NO_x om te zetten in onschadelijke componenten (H₂O, CO₂, N₂ en O₂). Na de regeneratie is de LNT 'leeg' en weer in staat NO_x op te slaan.

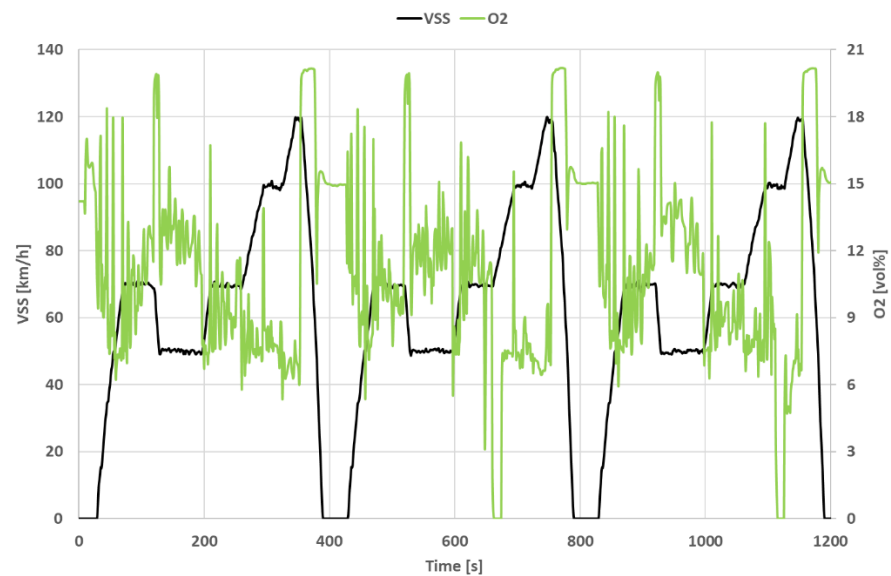
Resultaat:

In Figuur 5-4 is een 3* EUDC preconditioneringstest weergegeven waarin de LNT drie maal wordt geregenereerd bij snelheden van 80-100 km/h. Dit gebeurt min of meer op een gedefinieerd moment in de EUDC testcyclus. Bij iedere LNT regeneratie (die grofweg elke 400 s plaatsvindt) wordt na de LNT kortstondig een O₂ concentratie van 0 vol% gemeten. Deze LNT regeneraties hebben eenzelfde patroon als het voertuig met motorkalibratie 1, zie paragraaf 4.1.3.

In Figuur 5-5 is een preconditioneringscyclus weergegeven met twee LNT regeneraties die in de tweede en derde EUDC hebben plaatsgevonden.



Figuur 5-4: 3* EUDC test met motorkalibratie 2 en warme start van 24-10-2018 op de testbaan uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 17 °C. De LNT wordt drie maal gedurende 11 – 13 seconden geregenereerd.



Figuur 5-5: 3* EUDC test met motorkalibratie 2 en warme start van 18-09-2018 op de testbaan uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 26 °C. De LNT wordt twee maal gedurende 12 – 14 seconden geregenereerd.

Analyse:

Net als bij motorkalibratie 1 wordt met motorkalibratie 2 de LNT geregenereerd op bepaalde momenten in de 3*EUDC preconditioneringscyclus. Deze LNT regeneraties vinden om onbekende redenen niet altijd plaats in de 3*EUDC testcycli. Dit betekent dat de conditie van de LNT (de NO_x vullingsgraad van de NO_x buffer) bij aanvang van een emissietest verschillend kan zijn.

Deelconclusie 14:

In 3*EUDC preconditioneringstesten met motorkalibratie 2 wordt de LNT drie maal geregenereerd. Om onbekende redenen vinden deze LNT regeneraties soms niet (volledig) plaats. Dit zelfde regeneratiegedrag is bij motorkalibratie 1 waargenomen, zie 4.1.3. Dit betekent dat de NO_x buffercapaciteit aan het begin van een emissietest varieert en dit beïnvloedt de NO_x emissies van de emissietest.

- 5.2.3 *Effecten op emissies bij een start met koude en warme motor met motorkalibratie 2.*
 In deze paragraaf worden de doelstellingen 5 en 9 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvragen: In welke mate heeft de thermische conditie of koelvloeistoftemperatuur bij het starten van de motor invloed op het emissiegedrag van het voertuig?

Achtergrond:

Het effect van de thermische conditie van een motor bij de start, op de emissies van het voertuig, kan in kaart worden gebracht door identieke testen met verschillende koelvloeistoftemperaturen te starten, een zogenaamde 'koude' en 'warme' motor of koude en warme start. Testen met een koude start beginnen met een koelvloeistoftemperatuur van 25 °C of de actuele omgevingstemperatuur en bij testen met een warme start is de koelvloeistoftemperatuur dan 80-85 °C.

Uitvoering:

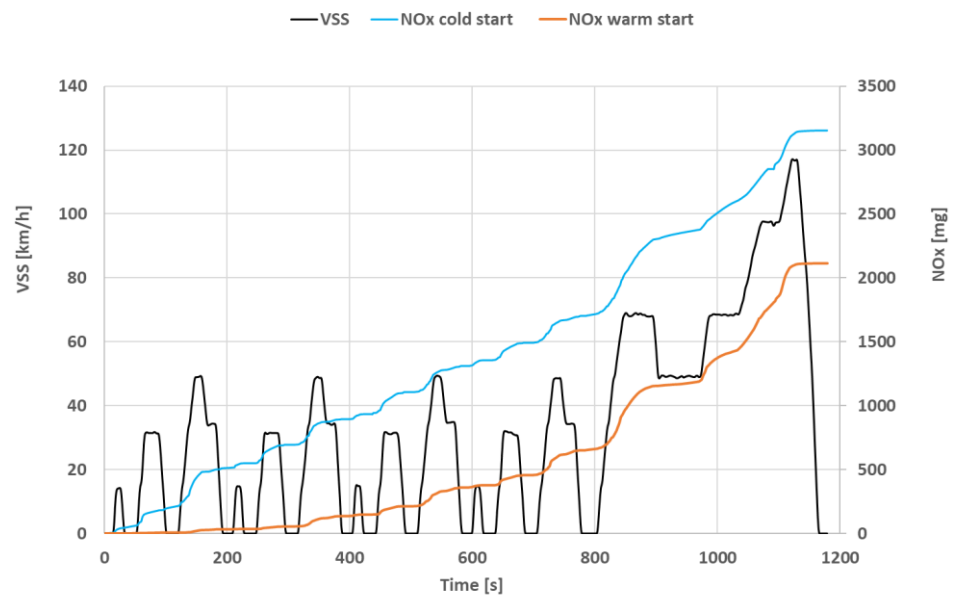
In dit testprogramma zijn op de testbaan NEDC testen met koude en warme start na elkaar uitgevoerd. Voor de koude test is een standaard preconditioneringscyclus (3* EUDC) uitgevoerd en deze werd gestart in een preconditioneringsruimte met een temperatuur van 25 °C. De test met warme start werd direct aansluitend aan de NEDC test met koude start uitgevoerd.

Resultaat:

In Tabel 5-3 en Figuur 5-6 zijn de emissieresultaten van NEDC testen met koude en warme start op de testbaan met motorkalibratie 2 weergegeven.

Tabel 5-3: NO_x en CO₂ emissies van NEDC testen met koude en warme start op de testbaan met motorkalibratie 2.

Datum	T omgeving [°C]	CO ₂ [g/km]	NO _x [mg/km]	CO ₂ [g/km]	NO _x [mg/km]	Locatie
	Koude en warme start	Koude start		Warme start		
6-11-2018	13 en 13	150.2	312	142.4	210	Testbaan



Figuur 5-6: Cumulatieve NO_x emissies van NEDC testen met koude en warme start uitgevoerd op 6-11-2018 bij een omgevingstemperatuur van 13 °C op de testbaan met motorkalibratie 2. De koude is gestart in een conditioneringsruimte met een temperatuur van 25 °C.

Analyse:

De NEDC NO_x emissies met koude start van motorkalibratie 2 zijn bij een omgevingstemperatuur van 13 °C 312 mg/km en substantieel hoger dan de NO_x emissies van 200 mg/km in een NEDC test met warme start. Dit verschil ontstaat hoofdzakelijk in de eerste 500 s van de NEDC test.

Deelconclusie 15:

De NEDC NO_x emissies met koude start van motorkalibratie 2 zijn substantieel hoger dan de NO_x emissies van een NEDC test met warme start. Dit verschil ontstaat hoofdzakelijk in de eerste 500 s van de NEDC test.

5.2.4 *Verloop emissiegedrag na start van de motor met motorkalibratie 2*

In deze paragraaf worden de deeldoelstellingen 5, 6 en 10 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: In welke mate verandert het emissiegedrag van het voertuig na de start van de motor?

Achtergrond:

Het is een algemeen gegeven dat een motor na een koude start opwarmt en dat emissies in de opwarmfase veranderen. In het kader van dieselgate zijn vragen ontstaan die betrekking hebben op het actief in- of uitschakelen van systemen na verloop van tijd, afgelegde weg of gecumuleerde parameters nadat de motor is gestart. Deze vragen staan in principe geheel los van de opwarming van een motor maar kunnen wel tegelijkertijd een rol spelen. Speciale aandacht is besteed aan het gedrag van het EGR systeem en hiervoor is het positie signaal van de lage druk EGR klep gemeten.

Uitvoering:

Het opwarmgedrag van een motor met motorkalibratie 2 is onderzocht in UDC testcycli die weer uit meerdere ECE cycli bestaat. In dit onderzoek is o.a. gebruik gemaakt van UDC testen zoals beschreven in paragraaf 2.7. Een UDC test bestaat uit meerdere ECE cycli. De ECE testcyclus duurt 195 seconden en wordt 16 – 40 keer herhaald.

Op de testbaan in Lelystad zijn vijf UDC testen met koude start uitgevoerd met motorkalibratie 2. Per ECE cyclus is de NO_x emissie in mg berekend en in de staafgrafieken in Figuur 5-7 t/m Figuur 5-11 weergegeven.

Ter verificatie van de emissietesten op de testbaan zijn op de rollenbank 4* UDC testen met koude start uitgevoerd met de motorkalibratie 1; In Figuur 5-12 en Figuur 5-13 zijn de resultaten weergegeven. In deze testen zijn ook met SEMS emissies gemeten.

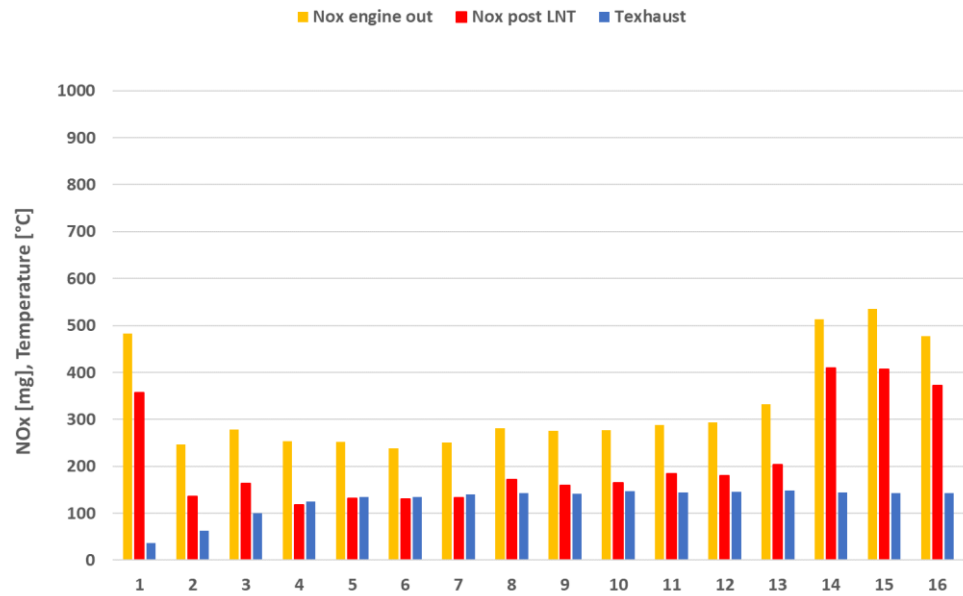
Resultaat:

Zowel in de UDC test in Figuur 5-7 als in de test van Figuur 5-8 is na de eerste ECE cyclus de NO_x emissie na de LNT tot en met ECE cyclus 13 vrijwel stabiel. Na ECE cyclus 14 of 15 blijkt de NO_x emissie na de LNT grofweg te verdubbelen. De gemeten emissies voor de LNT veranderen dan in soortgelijke mate, dit betekent dat de verhoging van de NO_x emissies wordt veroorzaakt door veranderingen in de emissiestrategie van de motor.

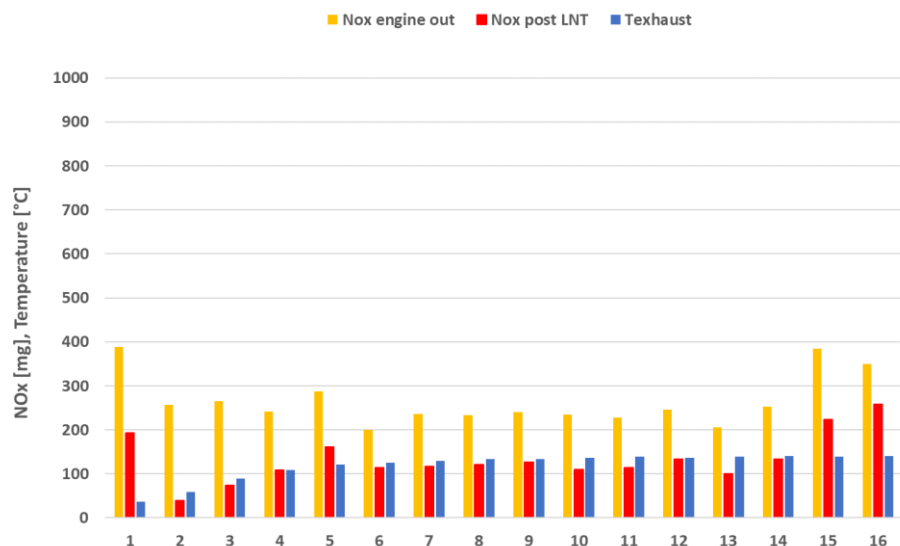
In Figuur 5-9 t/m Figuur 5-11 zijn UDC testen uitgevoerd. In de test van Figuur 5-11 is ook het positie signaal van de lage druk EGR klep gemeten. Ook in deze testen stijgt de NO_x emissie vanaf ongeveer ECE cyclus 14 naar een niveau dat bijna twee keer hoger ligt dan het oorspronkelijke NO_x niveau. De tests van Figuur 5-10 en Figuur 5-11 tonen dat de lage druk EGR klep gedeeltelijk wordt gesloten (van 1100-1200 naar 800-900 mV) als de NO_x emissies stijgen.

In Figuur 5-12 en Figuur 5-13 zijn ter verificatie UDC testen op de rollenbank uitgevoerd. In deze UDC testen is na verloop van tijd (na ECE cyclus 12 of 13)

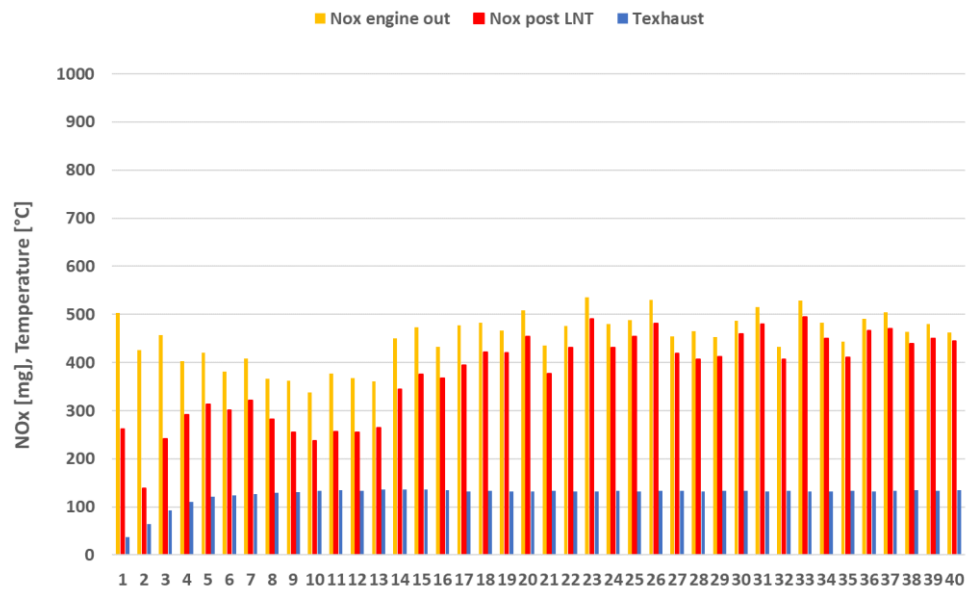
sprake van een stijging van de NO_x emissies met meer dan een factor drie. In deze testen zijn de NO_x emissies zowel door de meetapparatuur van de rollenbank als door SEMS gemeten. Deze resultaten zijn vrijwel identiek, de maximale gemeten verschillen van de NO_x emissies zijn 5%.



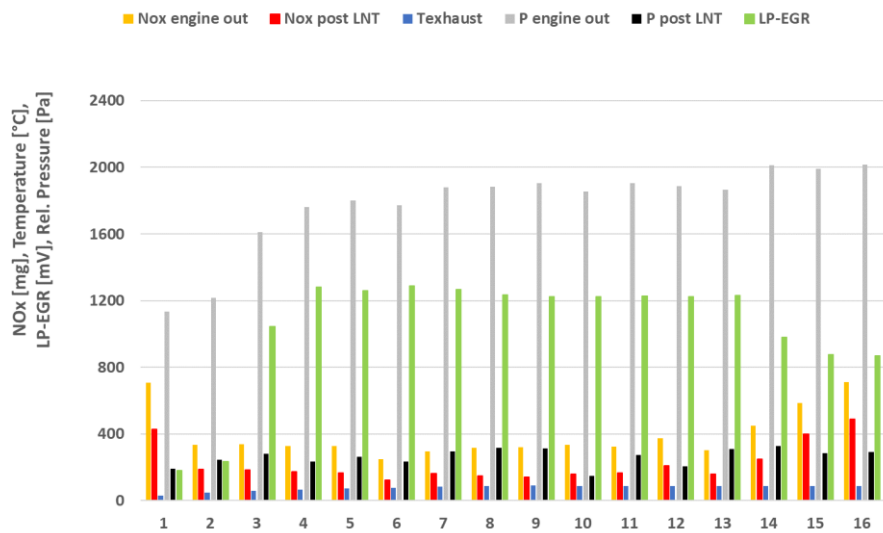
Figuur 5-7: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 2 van een 4*UDC test met koude start, start-stop niet actief, uitgevoerd op 19-09-2018. De test werd gestart in een conditioneringsruimte van 26 °C en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 26 °C. Preconditionering 3*EUDC met warme start op 18-09-2018 met drie LNT regeneraties van 14 seconden in de tweede EUDC cyclus.



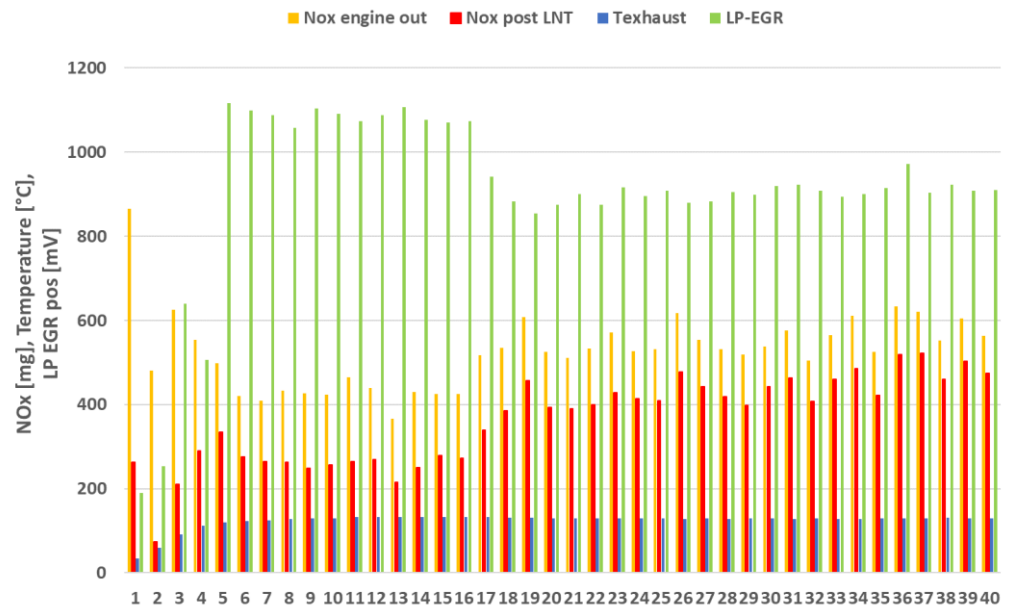
Figuur 5-8: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 2 van een 4*UDC test met koude start, start-stop actief, uitgevoerd op 24-10-2018. De test werd gestart in een conditioneringsruimte van 26 °C en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 18 °C. Preconditionering 3*EUDC met warme start op 18-10-2018 waarvan de meetdata niet beschikbaar zijn.



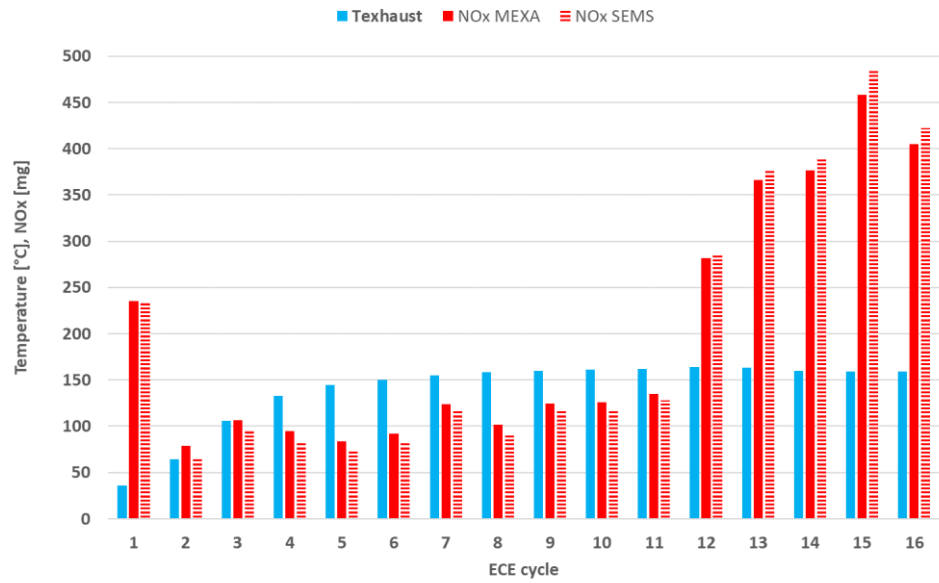
Figuur 5-9: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 2 van een 10*UDC test met koude start, start-stop actief, uitgevoerd op 8-11-2018. De test werd gestart in een conditioneringsruimte van 26 °C en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 13 °C. Preconditionering 3*EUDC met warme start op 7-11-2018 met 2 LNT regeneraties in de tweede en derde EUDC cyclus.



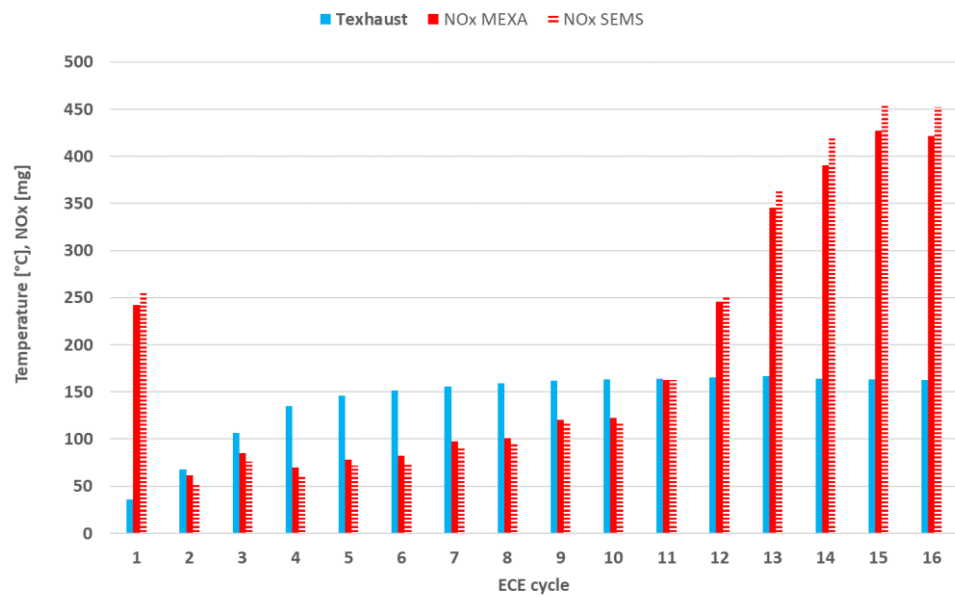
Figuur 5-10: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 2 van een 10*UDC test met koude start, start-stop actief, uitgevoerd op 23-04-2019. De test werd gestart in een conditioneringsruimte van 25 °C en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 23 °C. Preconditionering 3*EUDC met warme start op 18-04-2018 met 2 LNT regeneraties in de tweede en derde EUDC cyclus.



Figuur 5-11: NO_x emissies per ECE cyclus met motorkalibratie 2 van een 10*UDC test met koude start, start-stop actief, uitgevoerd op 07-05-2019. De test werd gestart in een conditioneringsruimte van 25 °C en gereden op de testbaan van de RDW met een omgevingstemperatuur van 13 °C. Preconditionering 3*EUDC met warme start op 02-05-2018 met 3 LNT regeneraties.



Figuur 5-12: NO_x emissies gemeten met rollenbank analysator (MEXA) en met SEMS per ECE cyclus met motorkalibratie 2 van een 4*UDC test met koude start, start-stop actief, uitgevoerd op 11-12-2018. De test is uitgevoerd op de rollenbank met een omgevingstemperatuur van 23 °C. Preconditionering 3*EUUDC met warme start op 10-12-2018 met 3 LNT regeneraties in de tweede en derde EUUDC cyclus.



Figuur 5-13: NO_x emissies gemeten met rollenbank analysator (MEXA) en met SEMS per ECE cyclus met motorkalibratie 2 van een 4*UDC test met koude start, start-stop actief, uitgevoerd op 12-12-2018. De test is uitgevoerd op de rollenbank met een omgevingstemperatuur van 23 °C. Preconditionering 3*EUUDC met warme start op 11-12-2018 met 2 LNT regeneraties in de tweede en derde EUUDC cyclus.

Analyse:

In UDC testen met koude start met motorkalibratie 2 uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C is na verloop van tijd sprake van een toename van de NO_x emissies met een factor drie (van ongeveer 150 naar 450 mg per ECE cyclus). Deze toename van de NO_x emissies vindt meestal plaats in of na de veertiende ECE cyclus. Tegelijkertijd met de toename van de NO_x emissies is vastgesteld dat de lage druk EGR klep gedeeltelijk wordt gesloten.

Deelconclusie 16:

In UDC testen op de testbaan en op de rollenbank van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 2 met koude motor start bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C blijkt na verloop van tijd de NO_x emissie van het voertuig abrupt te stijgen van ongeveer 150 naar 450 mg per ECE cyclus. Het tijdstip van deze plotselinge stijging van de NO_x emissie ligt in de twaalfde tot veertiende ECE cyclus van een UDC test. De sprong van de NO_x emissie wordt (mede) veroorzaakt door een verandering van de actieve aansturing van het EGR systeem dat de hoeveelheid EGR regelt. Mogelijk zijn andere motorparameters (zoals de brandstofinspuitstrategie) ook van invloed op de NO_x emissies, deze zijn niet onderzocht.

Deelconclusie 17:

Bij gelijke omgevingstemperaturen en gelijke preconditioneringscycli blijkt het NO_x emissiegedrag van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 2 in 4*UDC testen op de testbaan en op de rollenbank vrijwel identiek. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het emissiegedrag van het voertuig op de rollenbank gereproduceerd kan worden op de testbaan, het emissiegedrag op de rollenbank en de testbaan vrijwel identiek is en de verschillende soorten meetapparatuur soortgelijke resultaten leveren.

5.2.5 *Emissiegedrag bij constante snelheden op de testbaan*

In deze paragraaf worden de deeldoelstellingen 5 en 10 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: In welke mate verandert het emissiegedrag van het voertuig als met constante snelheden wordt gereden?

Achtergrond:

Emissies kunnen door veel (motor)parameters worden beïnvloed. Om beter zicht te krijgen op het emissiegedrag van de Suzuki Vitara in de tijd is een systematische testmethodiek noodzakelijk. De systematische aanpak maakt het mogelijk diverse testen met elkaar te vergelijken.

Uitvoering:

Voor een verdere verkenning van het emissiegedrag in de tijd van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 2 zijn emissietesten bij vrijwel constante snelheden uitgevoerd.

Resultaat:

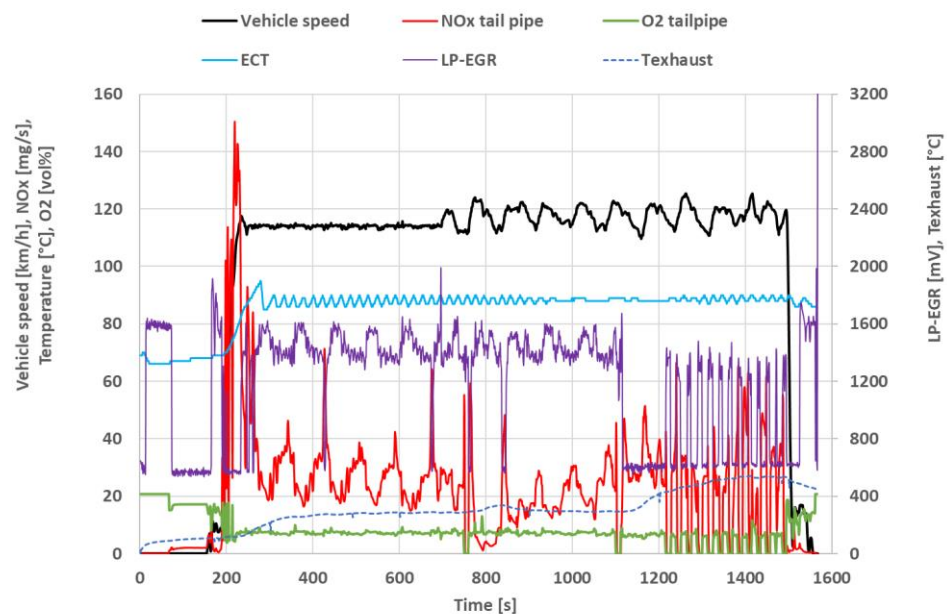
In Figuur 5-14 zijn resultaten van een test bij een constante snelheid van 115 km/h weergegeven. Wat opvalt is het cyclische karakter van de emissies. Deze cyclus tijd komt overeen met de rondetijd op de testbaan in de uitgevoerde test. Verder blijkt dat de NO_x emissies niet constant zijn en in deze test tussen 5 en 60 mg/s liggen.

Dit wordt veroorzaakt door de zeer dynamische aansturing van het lage druk EGR systeem alsook de LNT regeneratie en buffering van NO_x. Ook is opvallend dat het lage druk EGR systeem bij t = 1100 s opeens lijkt te worden gesloten, vanaf dit tijdstip wordt een regeneratie van het roetfilter uitgevoerd, deze wordt rond t = 1550 s beëindigd.

In Figuur 5-15 is een test bij een constante snelheid van 110 km/h met een koude motorstart uitgevoerd. Rond t = 500 s, er is dan 12 km afgelegd, wordt de lage druk EGR klep gedeeltelijk gesloten en in de daarop volgende 1400 s wordt de LNT 3 maal geregenereerd.

In Figuur 5-16 zijn emissiemetingen bij diverse constante snelheden uitgevoerd, deze test duurt ruim 1,5 uur. Van t = 1200 s tot t = 1600 s wordt het roetfilter geregenereerd. In de daarop volgende 4400 s wordt de LNT geen enkele maal geregenereerd.

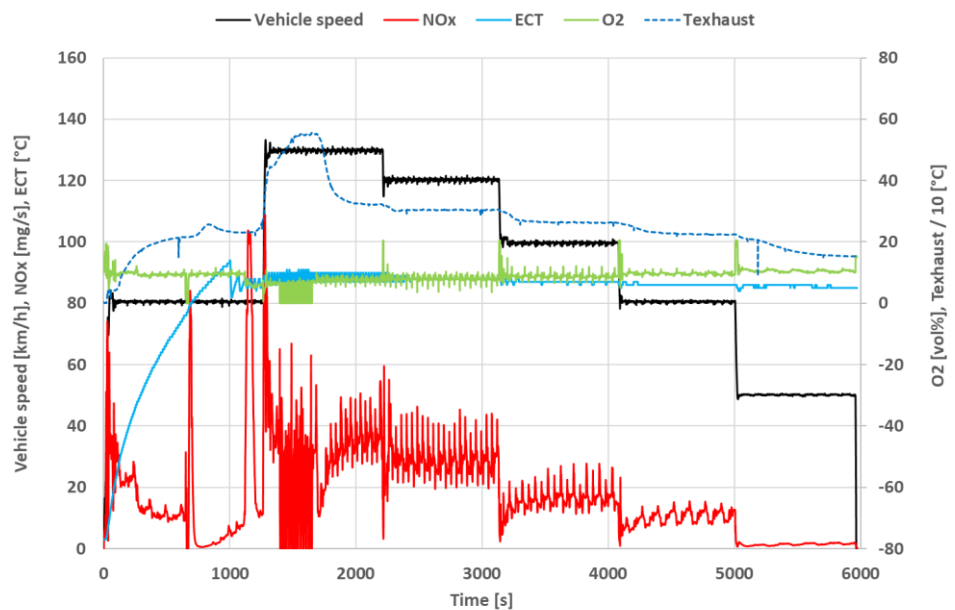
In Figuur 5-17 zijn emissiemetingen bij 130 km/h uitgevoerd. Bij t = 400 s neemt de zuurstofconcentratie en de NO_x emissie voor LNT in het uitlaatgas vrij plotseling toe, dit duidt op een verminderde toediening van EGR; er is dan 11 km gereden vanaf de start van de test. Vanaf t = 400 tot t = 1200 s wordt de LNT drie maal geregenereerd. In de 800s daarna zijn geen LNT regeneraties opgetreden.



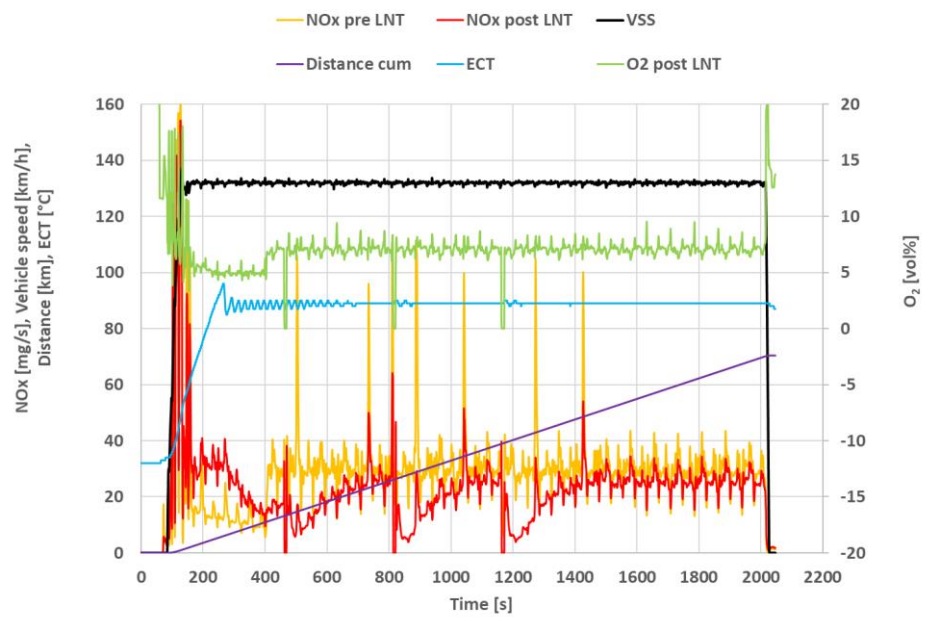
Figuur 5-14: NO_x en O₂ emissies gemeten bij een constante snelheid van 115 – 120 km/h (warme start) met SEMS met motorkalibratie 2, uitgevoerd op 16-04-2019. De test is uitgevoerd op de testbaan met een omgevingstemperatuur van 21 °C. Het positie-signaal van de lage druk EGR klep is ook weergegeven, vanaf t = 1100 – 1550 s wordt het roetfilter geregenereerd.



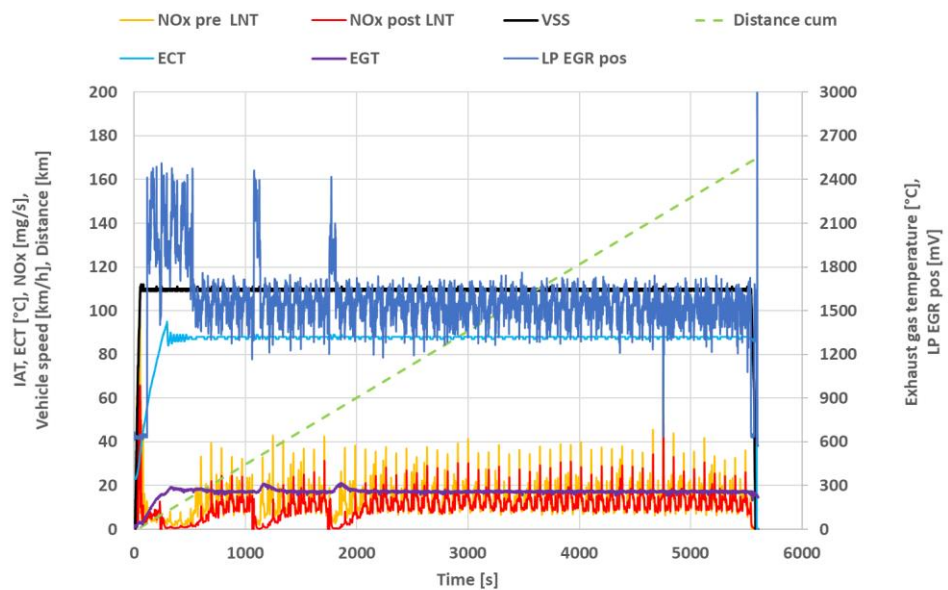
Figuur 5-15: NO_x en O₂ emissies gemeten met motorkalibratie 2 bij een constante snelheid van 110 km/h (koude start) met SEMS, uitgevoerd op 17-04-2019. De test is uitgevoerd op de testbaan met een omgevingstemperatuur van 20 °C. Het positie-signaal van de lage druk EGR klep is ook weergegeven.



Figuur 5-16: NO_x en O₂ emissies gemeten met motorkalibratie 2 na een koude start bij een constante snelheid van 80, 130, 120, 100, 80 en 50 km/h met SEMS met motorkalibratie 2, uitgevoerd op 16-11-2018. De test is uitgevoerd op de testbaan met een omgevingstemperatuur van 6-10 °C. Bij 130 km/h wordt het roetfilter geregenereerd.



Figuur 5-17: NO_x en O₂ emissies gemeten met motorkalibratie 2 bij een constante snelheid van 130 km/h na een koude start met SEMS, uitgevoerd op 31-08-2018. De test is uitgevoerd op de testbaan met een omgevingstemperatuur van 20-23 °C.



Figuur 5-18: NO_x en O₂ emissies gemeten bij een constante snelheid van 110 km/h met SEMS en een voertuig met motorkalibratie 2, uitgevoerd op 18-07-2019. De test is uitgevoerd op de testbaan met een omgevingstemperatuur van 26 °C. Preconditioneringstest 20 minuten @ 130 km/h.

Analyse:

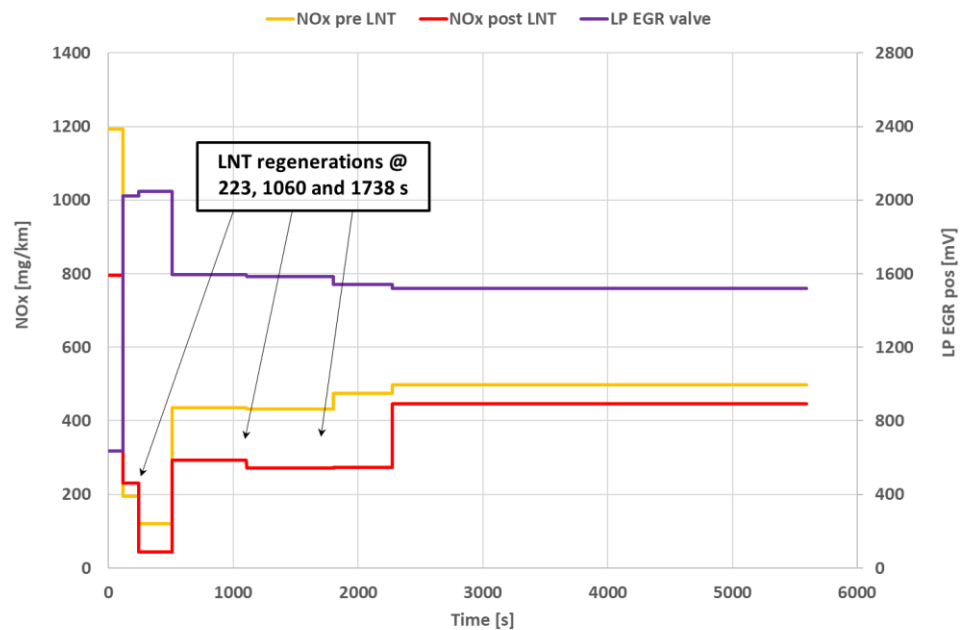
In testen bij constante snelheden met motorkalibratie 2 is sprake van een sterk variërend NO_x emissiegedrag van de motor. In een willekeurige test bij constante snelheid, met een koude start aangevangen, wordt de LNT gedurende 1200 s na

de start van een test periodiek geregenereerd. Daarna vinden geen LNT regeneraties meer plaats. Ook blijkt de actuator van het lage druk EGR systeem na een afgelegde afstand van 12-15 km gedeeltelijk te worden gesloten, er wordt dan minder EGR aan de motor aangeboden.

Ter verduidelijking van het emissiegedrag van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 2 zijn in Figuur 5-19 de NOx emissies van Figuur 5-18 van de test bij een constante snelheid van 110 km/h gestileerd door de gemiddelde NOx emissies voor en na LNT over zeven aansluitende tijdsperioden weer te geven (zie Tabel 5-4). In de eerste 115 seconden warmt de koelvloeistof van de motor op van 23 naar 58 °C en dan wordt de klep van het lage druk EGR systeem geopend, de NOx emissies dalen op dat moment van 796 naar 230 mg/km. Even later bij t = 241 s vindt een regeneratie van de LNT plaats en daarna tot t = 510 s is de gemiddelde NOx emissie 43 mg/km. Er is dan inmiddels een afstand van ongeveer 13.7 km afgelegd. Bij t = 510 s wordt de lage druk EGR klep gedeeltelijk gesloten en dankzij de twee LNT regeneraties bij t = 1060 en 1738 s is de gemiddelde NOx emissie tot t = 2274 s 272 – 293 mg/km. Van t = 2275 tot 5595 worden geen LNT regeneraties uitgevoerd en is de gemiddelde NOx emissie 446 mg/km.

Tabel 5-4: Gemiddelde NOx emissies van 7 perioden gemeten bij een constante snelheid van 110 km/h met SEMS en een voertuig met motorkalibratie 2, uitgevoerd op 18-07-2019. De test is uitgevoerd op de testbaan met een omgevingstemperatuur van 26 °C

T1	T2	NOx 1	NOx 2	Distance	EGR pos ave	NOx 1	NOx 2
[s]	[s]	[mg]	[mg]	[km]	[mV]	[mg/km]	[mg/km]
0	115	2994	1996	2.51	636	1193	796
116	240	693	814	3.54	2024	196	230
241	510	917	328	7.65	2047	120	43
511	1106	7347	4939	16.88	1595	435	293
1107	1802	8530	5354	19.71	1583	433	272
1803	2274	6354	3650	13.36	1541	475	273
2275	5595	46400	41615	93.25	1521	498	446



Figuur 5-19: Gestileerde gemiddelde NOx emissies gemeten bij een constante snelheid van 110 km/h met SEMS die is aangevangen met een koude start op een voertuig met motorkalibratie 2, uitgevoerd op 18-07-2019. De test is uitgevoerd op de testbaan met een omgevingstemperatuur van 26 °C. Preconditioningstest 20 minuten @ 130 km/h.

Deelconclusie 18;

In testen met koude start bij constante snelheden van 110 en 130 km/h is sprake van een sterk variërende NOx emissie. Na de koude start is de NOx emissie ongeveer 800 mg/km en deze daalt na 2 minuten door inschakeling van het lage druk EGR systeem naar 230 mg/km om na de vierde minuut t.g.v. een LNT regeneratie te dalen naar 43 mg/km. Na de achtste minuut sluit het lage druk EGR systeem gedeeltelijk en stijgt de gemiddelde NOx emissie naar 272 – 293 mg/km om vervolgens, nadat de LNT regeneraties vanaf de 28^e minuut niet meer worden uitgevoerd, te stijgen naar 446 mg/km. Onduidelijk is waarom LNT generaties dan niet meer plaatsvinden, dit is niet verder onderzocht.

5.2.6 *Emissiegedrag in RDE testen met motorkalibratie 2*

In deze paragraaf worden de deeldoelstellingen 7 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: Wat is het emissiegedrag van het voertuig met motorkalibratie 2 in de praktijk?

Achtergrond:

In dit onderzoek is het emissiegedrag van de Suzuki Vitara systematisch onderzocht in gedefinieerde testen. Naast de gedefinieerde testcycli zijn ook Real Driving Emission (RDE) tests uitgevoerd. Een RDE test wordt op de openbare weg gereden (stad, buitenweg en snelweg) en duurt 90-120 minuten en kan van test tot test verschillen omdat de verkeerssituaties en de weersomstandigheden niet constant zijn.

Uitvoering:

In de omgeving van Lelystad is een RDE route ontwikkeld en deze is gebruikt voor de uitvoering van RDE testen.

Resultaat:

In Tabel 5-5 zijn de testresultaten van vier RDE testen weergegeven.

Tabel 5-5: Emissieresultaten RDE ritten (lengte 87 km) met motorkalibratie 2

Datum	Omgevings-temperatuur [°C]	Aantal en totale duur LNT regeneraties in RDE test. [s]	CO ₂ [g/km]	NO _x [mg/km] voor LNT – na LNT*
01-11-2018	15.6	4 - 19	137.1	----- - 619
21-05-2019	15.4	10 - 41	129.3	617 - 399
28-05-2019	17.5	4 - 21	128.5	622 - 461
29-05-2019	18.7	9 - 63	135.5**	662 - 494

*Gecorrigeerd voor LNT regeneraties, ** Met roetfilterregeneratie van 600 s.

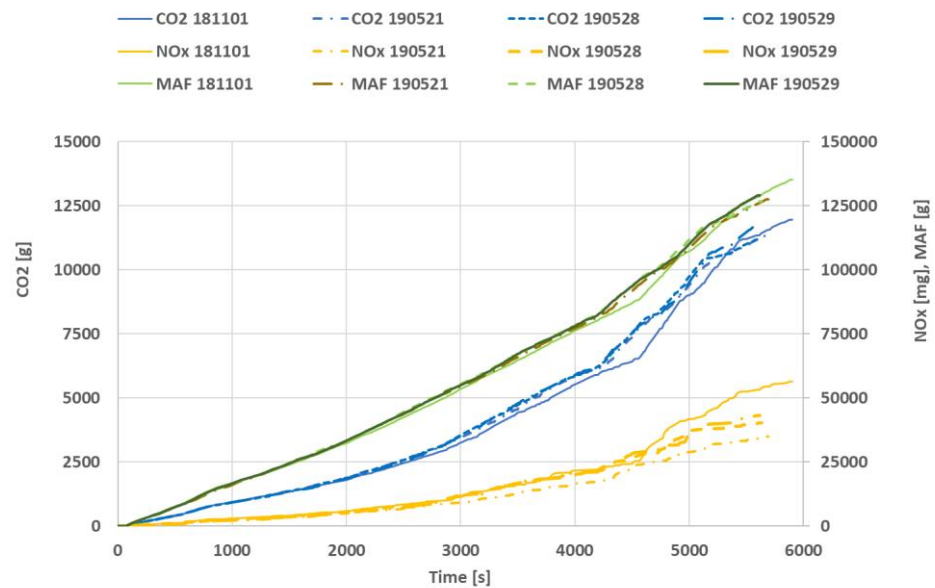
Analyse:

Vier RDE testen die zijn uitgevoerd op een vaste route nabij Lelystad bij een relatief constante omgevingstemperatuur van 15 – 19 °C, leveren het volgende beeld op: De CO₂ emissies van de eerste en laatste RDE test zijn 136-137 g/km en zijn hoger dan de CO₂ emissies van 129 g/km in de tweede en derde test. Hiervoor is de volgende verklaring: In de eerste test van 01-11-2018 is op de snelweg langduriger met een snelheid van 130 km/h gereden, in de overige testen was de maximum snelheid 125-126 km/h. In de laatste RDE test is het roetfilter geregenereerd en dit veroorzaakt een extra CO₂ emissie.

In deze vier RDE testen zijn de gemeten NO_x emissie 399 tot 619 mg/km. In deze testen blijken de gereden maximum snelheid op de snelweg en de totale duur van LNT regeneraties per test bepalende factoren te zijn voor de totale NO_x emissies per RDE test. Derhalve is de gemeten spreiding in NO_x emissies van 399 – 619 mg/km te duiden als een normaal verschijnsel in RDE testen dat behoort bij het emissiegedrag van dit voertuig.

Deelconclusie 19:

In vier RDE testen met motorkalibratie 2 bij gemiddelde omgevingstemperaturen van 15 tot 19 °C is de gemeten CO₂ emissie 129 – 137 g/km en de NO_x emissie 399 tot 619 mg/km. Deze spreiding van emissies is normaal en past bij de aard van RDE testen die een zekere variatie in uitvoering kan hebben.



Figuur 5-20: Cumulatieve CO₂ en NOx emissies gemeten in RDE testen met motorkalibratie 2.

5.3 Verificatie van emissies op de rollenbank van motorkalibratie 2

In deze paragraaf wordt de deeldoelstelling 1 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: In welke mate voldoet het geteste voertuig aan de Euro 6 limietwaarden?

5.3.1 Verificatie emissies in een NEDC typekeuringstest

In deze paragraaf wordt de deeldoelstelling 1 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: In welke mate voldoet het geteste voertuig aan de Euro 6 limietwaarden?

Achtergrond:

Een voertuigfabrikant dient In Service Conformity (ISC) testprogramma's met een beperkt aantal voertuigen van een bepaald model uit te voeren door uitvoering van NEDC typegoedkeuringstesten. ISC-programma's zijn bedoeld om te controleren of voertuigen aan de geldende emissie-eisen voldoen. Voertuigen jonger dan vijf jaar of met een maximale kilometerstand van 100,000 km moeten aan de ISC-eisen voldoen. De geteste Suzuki Vitara Euro 6 diesel is op 9 januari 2016 te naam gesteld en werd in december 2018 op de rollenbank bij een kilometerstand van 40,500 km getest.

Uitvoering:

Het voertuig met motorkalibratie 2 is op de rollenbank getest in de NEDC testcyclus. De testen zijn uitgevoerd met referentiebrandstof (zie bijlage A). Voorafgaand aan de NEDC testen zijn preconditioneringstesten op de rollenbank (3* EUDC) uitgevoerd en vervolgens is het voertuig gedurende meer dan 6 uur geconditioneerd in een ruimte met een temperatuur van 23 °C. De temperatuur van de rollenbankruimte was tijdens de testen 23 °C.

Resultaat en analyse:

Tabel 5-6 toont de Euro 6 limietwaarden, de resultaten van de NEDC typegoedkeuringstest van dit voertuigmodel (OEM Type approval) en een gemeten NEDC testresultaat. Met de OEM road load (RL1) is de gemeten NEDC NO_x emissie 63.5 mg/km, dit is 21% lager dan de limietwaarde maar hoger dan de gemeten waarde van 37.7 mg/km in de typegoedkeuring. Tegelijkertijd is de CO₂ emissie van 118.5 g/km 12% hoger dan de door de fabrikant gespecificeerde waarde van 106 g/km. Verder is deze verhoogde CO₂ emissie van 118,5 g/km gemeten met een willekeurig productievoertuig en is het denkbaar dat dit voertuig een relatief hoge weerstand in de totale aandrijflijn heeft. De gemeten CO₂ emissie van 118.5 g/km duidt op een relatief hogere motorbelasting in de NEDC test van dit onderzoek. Dit is waarschijnlijk ook de oorzaak van de relatief hoge NO_x emissies die hoger zijn dan de gemeten waarden in de typegoedkeuring.

Tabel 5-6: Limietwaarden en meetwaarden in NEDC emissietesten met koude start met motorkalibratie 2.

	CO ₂	CO	NO _x	THC+NO _x	PM	PN
	[g/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[#/km]
Euro 6 limietwaarde	-	500	80	170	4.5	6.0 * 10 ¹¹
NEDC RL 1*	-	131.2	37.7	77.1	0.95	1.4 * 10 ¹¹
NEDC RL 1	118.5	362.1	63.5	119.6	0.17	3.0 * 10 ¹⁰

*OEM Type approval

Deelconclusie 20:

In een NEDC test met motorkalibratie 2 die volgens de typegoedkeuringseisen op de rollenbank is uitgevoerd is de gemeten CO₂ emissie 118.5 g/km, dit is 12% hoger dan de door de fabrikant gespecificeerde typegoedkeuringswaarde. De gemeten NO_x emissie is 63.5 mg/km, dit is 21% beneden de Euro 6 limietwaarde; Dit testvoertuig met motorkalibratie 2 voldoet aan de Euro 6 NO_x limietwaarden.

5.3.2 *Effecten van verschillende rijweerstanden op de emissies*

In deze paragraaf wordt de doelstelling 3 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: Wat is het effect van verschillende rijweerstandcurven op uitlaatemissies?

Achtergrond:

In een rollenbanktest wordt de totale rijweerstand en de massa van een voertuig gesimuleerd door de rollenbank. Daarvoor wordt de rijweerstandscurve van het testvoertuig eerst op de weg bepaald en vervolgens ingesteld op de rollenbank. Het is een bekend gegeven dat rijweerstandscurven die volgens de testprocedure in de typegoedkeuring worden bepaald laag uitvallen.

In paragraaf 3.5 zijn de rijweerstandscurven van het testvoertuig weergegeven. Er blijkt sprake van een zeer substantieel verschil tussen de rijweerstandscurve van de fabrikant en de vastgestelde rijweerstandscurve op de testbaan van de RDW. Aangezien dit testprogramma zowel op de rollenbank als op de weg is uitgevoerd is het gewenst een goed beeld van eventuele verschillen in testresultaten te hebben.

Uitvoering:

Het testvoertuig is op de rollenbank getest met de rijweerstandscurve van de fabrikant (RL 1) en met een rijweerstandscurve (RL 5) die op de testbaan in Lelystad is bepaald.

Resultaat en analyse:

In Tabel 5-7 zijn resultaten van NEDC testen met verschillende rijweerstandscurven weergegeven, deze zijn uitgevoerd op de rollenbank. Bij een toename van de rijweerstand (RL 1 naar RL 5) neemt de CO₂ emissie toe van 118.5 naar 175-178 g/km. De NO_x emissie neemt tegelijkertijd toe van 63.5 naar 120-141 mg/km.

Tabel 5-7: Resultaten van NEDC emissietesten met motorkalibratie 2 met verschillende rollenbankinstellingen.

	CO ₂	CO	NO _x	THC+NO _x	PM	PN
	[g/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[/km]
Euro 6 limietwaarde	-	500	80	170	4.5	6.0 * 10 ¹¹
NEDC RL 1	118.5	362.1	63.5	119.6	0.17	3.0 * 10 ¹⁰
NEDC RL 5	174.9	325.0	141.1	169.6	0.20	5.1 * 10 ¹⁰
NEDC RL 5	178.1	478.0	119.9	171.5	0.03	4.7 * 10 ¹⁰

*OEM Type approval

Deelconclusie 21:

Uit de resultaten van NEDC testen op de rollenbank met motorkalibratie 2 met verschillende rijweerstandscurven blijkt dat de CO₂ emissie toeneemt als de rijweerstand toeneemt. Een toename van de rijweerstand (RL1 naar RL5) heeft een toename van de motorbelasting tot gevolg en dit leidt tot een verhoging van de CO₂ emissie van 119 naar 175-178 g/km (+ 48%). Tegelijkertijd neemt de NO_x emissie toe van 64 naar 120-141 mg/km (+ 87% tot + 120%).

5.3.3 *Vergelijk van SEMS emissieresultaten met rollenbank emissieresultaten*

In deze paragraaf worden de deeldoelstelling 7 van paragraaf 1.2 behandeld en in het bijzonder de volgende onderzoeksvraag: Wat is de kwaliteit van SEMS in vergelijking met de meetresultaten van de rollenbank?

Achtergrond:

De meetsystemen van de rollenbank verschillen van het mobiele meetsysteem SEMS. De wettelijk gedefinieerde methode op de rollenbank wordt uitgevoerd met een verdunningstunnel met constant debiet en een bemonstering met een continue volumestroom. Dit uitlaatgas wordt in zakken verzameld en achteraf geanalyseerd in uitlaatgasanalysatoren.

SEMS is uitgerust met een NO_x-O₂ sensor in de uitlaat en maakt via het On Board Diagnostics (OBD) systeem gebruik van sensoren die in het voertuig zijn gemonteerd. Beide meetsystemen zijn in dit onderzoek toegepast.

Uitvoering:

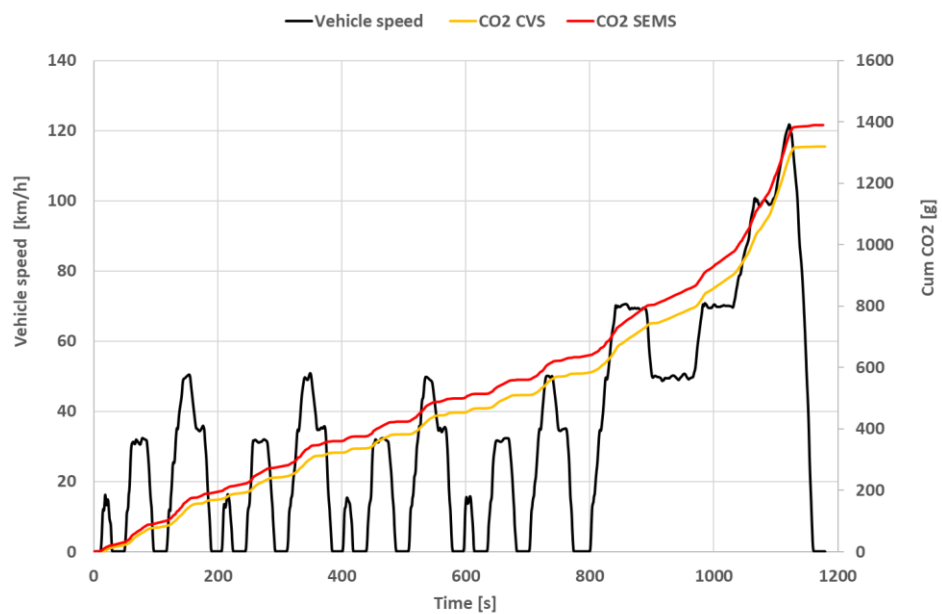
In een aantal rollenbanktesten is een validatie van SEMS met de meetapparatuur van de rollenbank uitgevoerd. Beide meetsystemen waren tegelijkertijd in bedrijf.

Resultaat:

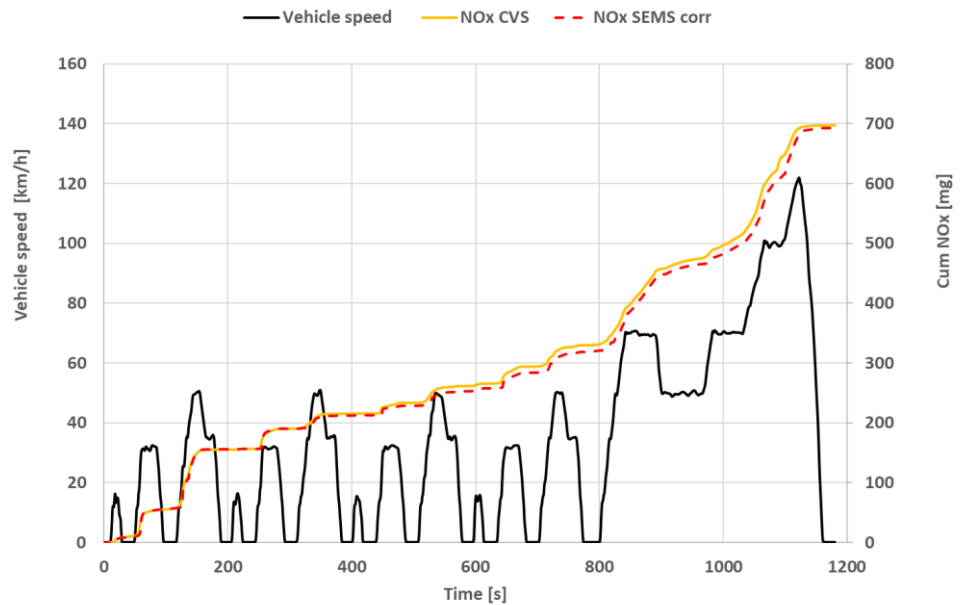
In Tabel 5-8, Figuur 5-21 en Figuur 5-22 zijn de (cumulatieve) CO₂ en NO_x emissies van diverse emissietesten gemeten met de meetapparatuur van de rollenbank en met SEMS weergegeven. De door SEMS gemeten CO₂ emissies zijn 6.6% tot 9.0% hoger dan de gemeten CO₂ emissies van de rollenbank. Voor NO_x meet SEMS emissies die 1.8% lager tot 2.2% hoger zijn dan de rollenbank.

Tabel 5-8: CO₂ en NO_x emissies met motorkalibratie 2 van een NEDC en UDC testen uitgevoerd op de rollenbank gemeten met meetapparatuur van de rollenbank en met SEMS.

	Rollenbank	SEMS	Rollenbank	SEMS
	CO ₂	CO ₂	NO _x	NO _x
	[g/km]	[g/km]	[mg/km]	[mg/km]
NEDC cold	118.5	126.3	63.5	62.4
4*UDC	172.8	187.1	196.1	200.5
4*UDC	169.5	184.8	187.2	190.5



Figuur 5-21: Cumulatieve CO₂ emissies met motorkalibratie 2 van een NEDC test uitgevoerd op 10-12-2018 op de rollenbank gemeten met meetapparatuur van de rollenbank (chassis dynamometer) en met SEMS.



Figuur 5-22: Cumulatieve NO_x emissies met motorkalibratie 2 van een NEDC test uitgevoerd op 10-12-2018 op de rollenbank gemeten met meetapparatuur van de rollenbank (chassis dynamometer) en met SEMS.

Deelconclusie 22:

De door het mobiele meetsysteem SEMS gemeten CO₂ en NO_x emissies van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 2 wijken licht af van de testresultaten die volgens de wettelijke meetmethode op de rollenbank zijn bepaald. Deze afwijkingen zijn voor CO₂ 6.6 tot 9.0% % en voor NO_x -2.3 tot 2.6 %. Voor de deelconclusies die betrekking hebben op de NO_x emissies in dit onderzoek hebben de genoemde verschillen in meetresultaten van het SEMS systeem en de wettelijke methode op de rollenbank geen gevolgen omdat alle afwijkingen gering zijn.

5.3.4 *Effecten van uitlaatgasdruk op gemeten NO_x emissies*

Achtergrond:

De NO_x-O₂ sensoren die toegepast worden in SEMS, worden gemonteerd in de uitlaat. In de uitlaat heerst afhankelijk van de bedrijfstoestand van de motor een bepaalde overdruk. Ook de locatie van de NO_x-O₂ sensor is bepalend voor de uitlaatgedruk die deze sensor ondervindt. De vraag welke invloed de optredende overdruk ter plaatse van een NO_x-O₂ sensor heeft op de gemeten NO_x concentratie, is nader onderzocht. De reden voor dit onderzoek is het structurele verschil tussen de NO_x meting voor de LNT en na LNT. Het verschil lijkt niet afhankelijk van de omstandigheden en varieert ook niet met de graad van buffering. Alleen na generatie is het verschil tijdelijk groter. De omstandigheden voor en na de LNT, druk, temperatuur, samenstelling uitlaatgas, etc. kunnen de sensor beïnvloeden. De druk is een van deze factoren, waarvan bekend is dat het een invloed heeft. Omdat de eerste sensor voor de LNT en het roetfilter zit, kan de druk substantieel hoger zijn dan de buitendruk.

Uitvoering:

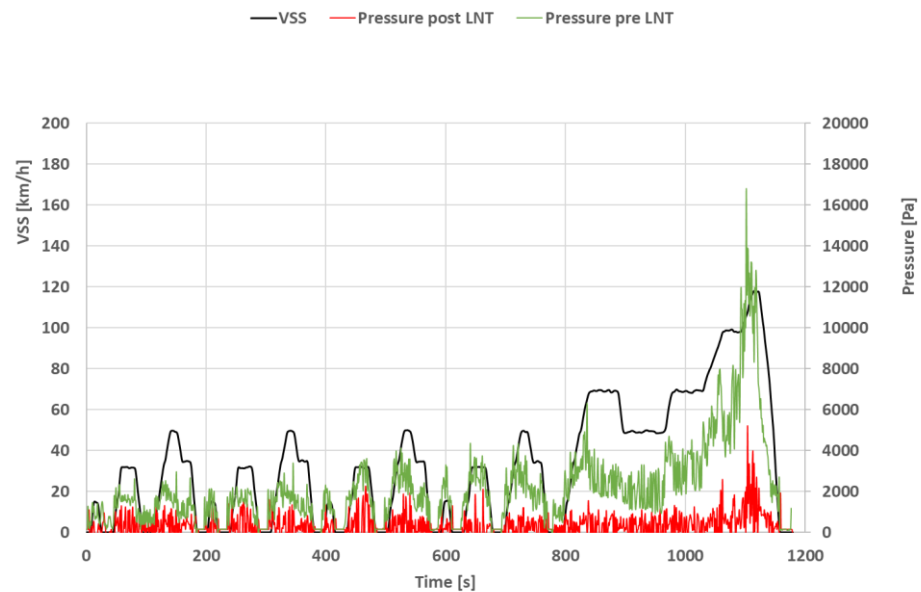
De Suzuki Vitara met motorkalibratie 2 is op een zeker moment uitgerust met twee druksensoren die de drukken nabij de twee gemonteerde NO_x-O₂ sensoren hebben gemeten (voor en na de LNT). Vervolgens zijn een aantal testen op de testbaan uitgevoerd en zijn zowel de optreden NO_x concentraties als de drukken gemeten. Ook is in een aparte meetopstelling de drukafhankelijkheid van de NO_x-O₂ sensor bepaald. Dit is gedaan door de sensor een bepaald kalibratiegas aan te bieden en vervolgens de druk in de meetkamer van de NO_x-O₂ sensor te variëren.

Resultaat:

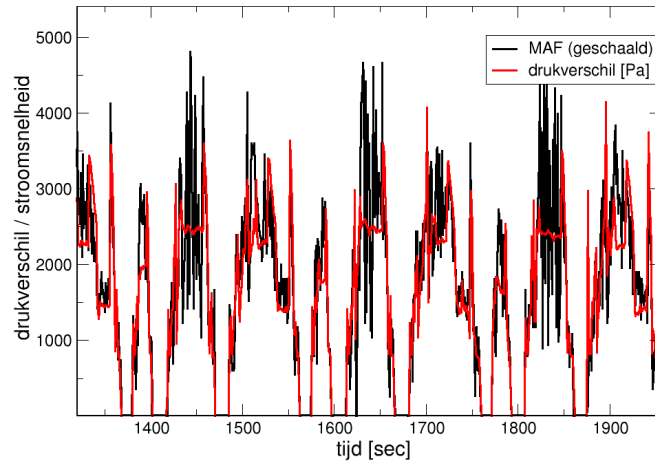
In Figuur 5-23 zijn de gemeten drukken voor en na LNT van een NEDC test weergegeven. Voor de LNT zijn de gemeten overdrukken 0 – 13 kPa en na de LNT zijn deze overdrukken 0 – 4 kPa. Vooral bij hoog vermogen, en hogere uitlaatgasstroming is de druk hoger. Dat zijn ook de omstandigheden waarin meer NO_x wordt geproduceerd.

In Figuur 5-24 is de drukmeting vergeleken met de massastroom. De massastroom lijkt meer van de dynamiek te laten zien dan de tragere druksensoren.

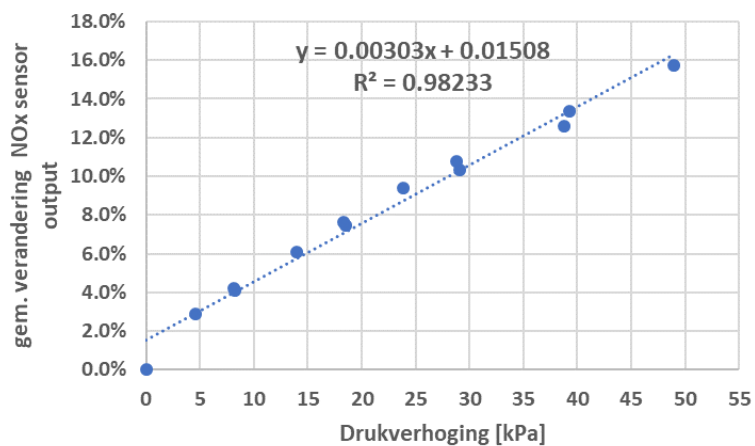
In Figuur 5-25 is de invloed van de overdruk op de gemeten NO_x concentratie van een bepaald kalibratiegas weergegeven.



Figuur 5-23: Gemeten relatieve drukken voor en na roetfilter/LNT met motorkalibratie 2 van een NEDC test uitgevoerd op 18-04-2019 op de testbaan.



Figuur 5-24 Het gemeten drukverschil is gecorreleerd aan de massa uitlaatgasstroom. Daaruit volgt dat de drukken de uitlaatstroom volgen, maar dat de sneller variaties niet allemaal opgepikt worden.



Figuur 5-25: Invloed van een stationaire druk op de NO_x meetwaarde van de toegepaste NO_x-O₂ sensor van het SEMS meetsysteem

Analyse:

De gemeten overdrukken bij de NO_x-O₂ sensor na de LNT zijn veelal 0 – 2 kPa, alleen bij snelheden boven 100 km/h is deze overdruk maximaal 4 kPa. Met deze gemeten overdrukken is de maximale afwijking van de gemeten NO_x concentratie van de NO_x-O₂ sensor 2.7%, met een onzekerheid in dezelfde orde, ten gevolge van de onzekerheid in de momentane drukmeting.

De gemeten overdrukken bij de NO_x-O₂ sensor voor de LNT zijn veelal 0 – 6 kPa, alleen bij snelheden boven 100 km/h is deze overdruk maximaal 14 kPa. Met deze gemeten overdrukken is de afwijking van de gemeten NO_x concentratie van de NO_x-O₂ sensor maximaal 5.8%.

Deelconclusie 23:

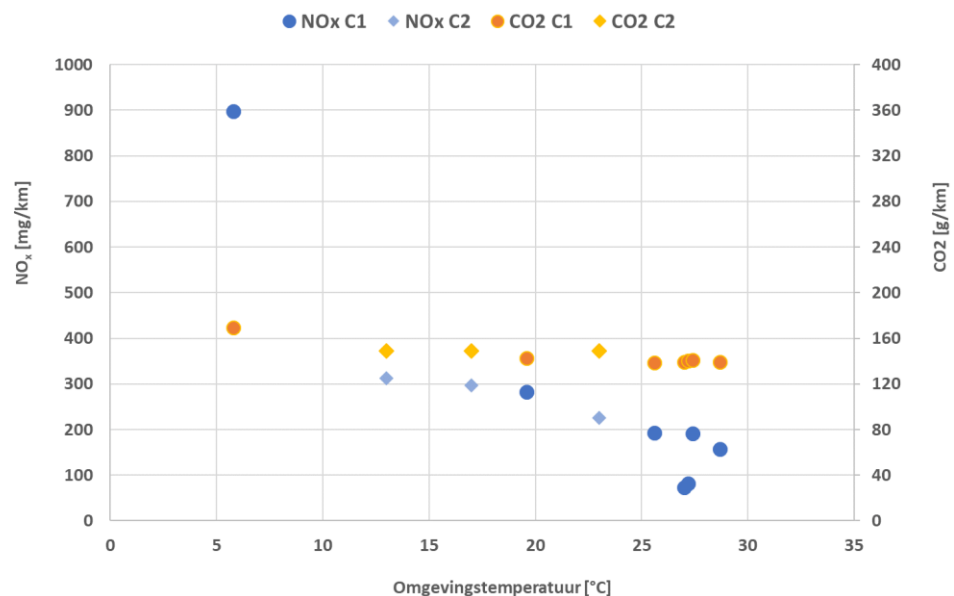
De gemeten overdruk waaraan de NO_x-O₂ sensor, die gemonteerd is na de LNT, is blootgesteld in dit testprogramma is gering (maximaal 4 kPa) en de bijbehorende correctie van de gemeten NO_x concentratie is 1.5 – 2.7%, op basis van de drukmetingen. De optredende overdrukken bij de NO_x-O₂ sensor na LNT hebben voor dit geteste voertuig een kleine invloed op de gemeten NO_x concentraties voor de LNT in de ECE testen. Maar de hogere druk verklaart wel een deel van het overblijvende constante verschil tussen de voor en na de LNT metingen, zoals gezien in bijvoorbeeld Figuur 4-15. De druksensor kan mogelijk de piekwaarden niet geheel volgen. De metingen na de LNT zijn in lagere overdrukken, en gevalideerd aan de laboratoriumresultaten. Daarom moet de meting voor de LNT als meer indicatief beschouwd worden, met een grotere meetonauwkeurigheid, door de meetomstandigheden voor de LNT.

6 Vergelijk emissies van motorkalibraties 1 en 2

Wat zijn de overeenkomsten en verschillen in emissiegedrag van voertuigen met motorkalibratie 1 en 2?

In hoofdstuk 4 en hoofdstuk 5 zijn de resultaten van diverse emissietesten van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 1 en motorkalibratie 2 weergegeven. Vergelijk van de testresultaten van de twee motorkalibraties levert het volgende op:

- In NEDC testen op de rollenbank wordt voor beide motorkalibraties voldaan aan de NO_x limietwaarde van 80 mg/km en vindt één regeneratie van de LNT plaats. In geval van een verhoogde rijweerstandscurve wordt bij beide motorkalibraties een soortgelijke verhoging van NO_x emissies gemeten.
- In NEDC testen op de testbaan bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C wordt voor beide motorkalibraties niet voldaan aan de NO_x limietwaarde van 80 mg/km. De NO_x emissie is dan voor beide motorkalibraties ongeveer 150 - 200 mg/km.
- In NEDC testen op de testbaan is voor beide motorkalibraties de NO_x emissie afhankelijk van de omgevingstemperaturen en beneden 20 °C neemt de NO_x emissie toe, zie Figuur 6-1.



Figuur 6-1: Gecorrigeerde NO_x en CO₂ emissies van NEDC testen met koude start gemeten op de testbaan met motorkalibratie 1 en 2 bij verschillende omgevingstemperaturen.

- In preconditioneringstesten (3*EUDC) wordt bij beide motorkalibraties de LNT in veel gevallen op dezelfde momenten geregenereerd.
- Voor beide motorkalibraties geldt dat een preconditioneringstest met regeneraties van de LNT de NO_x emissie beïnvloedt van de daarop volgende emissietest.

- In UDC testen bij een omgevingstemperatuur hoger dan 20 °C is de NO_x emissie van beide motorkalibraties na verloop van tijd ongeveer 400 mg per ECE cyclus.
- In UDC testen met koude start bij een omgevingstemperatuur lager dan 20 °C is de NO_x emissie van beide motorkalibraties hoger dan 400 mg per ECE cyclus.
- In UDC testen met koude start bij een omgevingstemperatuur hoger dan 20 °C stijgt de NO_x emissie per ECE cyclus na verloop van tijd (na 12 km) vrij abrupt met een factor twee tot drie. Bij motorkalibratie 1 treedt dit verschijnsel ongeveer 1750 s na de koude start op en bij motorkalibratie 2 na 3120 s. Voor motorkalibratie 2 is vastgesteld dat de lage druk EGR klep dan gedeeltelijk wordt gesloten. Gezien het toenemend luchtverbruik van de motor van motorkalibratie 1 en de constante werking van het hoge druk EGR systeem is ook hier het vermoeden dat het lage druk EGR systeem gedeeltelijk wordt gesloten.
- In UDC testen wordt bij beide motorkalibraties de LNT niet geregenereerd.
- In vrijwel alle testen bij constante snelheid met motorkalibratie 1 wordt de LNT niet geregenereerd. Bij motorkalibratie 2 wordt de LNT in testen met een constante snelheid alleen gedurende de eerste 1800 s na de koude start geregenereerd.
- In RDE testen die zijn uitgevoerd bij omgevingstemperaturen tussen 13 en 26 °C met beide motorkalibraties zijn de NO_x emissies afhankelijk van de omgevingstemperatuur. Boven 20 °C is de RDE NO_x emissie ongeveer 400 mg/km en bij een omgevingstemperatuur van 13 °C is de NO_x emissie 700 mg/km; Voor beide motorkalibraties geldt dat het aantal en de totale duur van de LNT regeneraties toeneemt als de omgevingstemperatuur daalt.

Deelconclusie 24:

De NO_x emissies van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibraties 1 en 2 zijn in veel testen en omstandigheden soortgelijk. Dit is zowel op de rollenbank als op de testbaan vastgesteld. Motorkalibratie 2 lijkt bij constante snelheden alleen gedurende de eerste 1800 s na de koude start de LNT frequenter te regenereren en verandert de regelstrategie van het lage druk EGR systeem op een later moment dan bij motorkalibratie 1.

7 Discussie

Zijn emissietesten van de Suzuki Vitara Euro 6 diesel op de rollenbank en op de testbaan vergelijkbaar?

Emissietesten op een rollenbank zijn goed gedefinieerd omdat de Europese emissiewetgeving van wegvoertuigen dit nauwkeurig beschrijft. Dit geldt met name voor de volgende onderdelen:

- Voorgeschreven testapparatuur,
- Simulatie van de rijweerstandscurve en de voertuigmassa,
- Preconditionering van het voertuig,
- De omgevingstemperatuur en luchtvochtigheid in het testlaboratorium,
- Het ontbreken van externe invloeden (wind, neerslag, hellingen in het wegdek),
- Hoogwaardige testapparatuur die in iedere test wordt gekalibreerd.

Op de RDW testbaan in Lelystad is het volgen van de wettelijke voorschriften niet mogelijk. Omgevingscondities zijn verschillend en de testprocedures (zoals de preconditionering) zijn op sommige punten iets anders uitgevoerd dan op de rollenbank. Verder bestaat de testbaan uit twee rechte weggedelen en twee krombochten, dit leidt t.o.v. de rollenbank tot zeer forse verschillen in de effectieve rijweerstandscurve. Daarnaast zijn de omgevingscondities zoals de buitentemperatuur en de windkracht en windrichting per dag verschillend. Ook heeft het toegepaste SEMS emissiemeetsysteem dat is gebaseerd op sensoren andere eigenschappen dan de meetapparatuur op de rollenbank.

De gemeten verschillen in CO₂ emissies van soortgelijke testen bij gelijke omgevingstemperaturen op de rollenbank en testbaan zijn verklaarbaar omdat het testvoertuig op de testbaan een hogere rijweerstand ondergaat dan op de rollenbank. Op de testbaan blijken de NO_x emissies gelijk te zijn aan de gemeten emissies van soortgelijke testen op de rollenbank.

Wat zijn overwegingen voor toepassing van uitlaatgasrecirculatie (EGR)?

De Suzuki Vitara is uitgerust met twee EGR systemen, een hoge druk en een lage druk systeem. Het hoge druk EGR systeem laat een bepaalde hoeveelheid ongefilterd uitlaatgas onder bepaalde condities in de motor terug stromen, het lage druk EGR systeem laat gefilterd uitlaatgas, van na het roetfilter, in de motor terugstromen. Deze uitlaatgasrecirculatie (Exhaust Gas Recirculation of EGR) wordt primair toegepast voor reductie van NO_x emissies. Door toevoer van gekoeld uitlaatgas bij de inlaatlucht van de motor reduceert de beschikbare hoeveelheid zuurstof in de motor en verlaagt de verbrandingstemperatuur. Dit heeft een verlaging van de NO_x emissie tot gevolg.

Wat zijn overwegingen voor toepassing van een Lean NO_x Trap (LNT)?

De Suzuki Vitara Euro 6b diesel is uitgerust met een LNT. Deze LNT is nodig voor een additionele NO_x reductie omdat de twee EGR systemen die ook zorg dragen voor een bepaalde reductie van de NO_x emissie van de motor, bij acceptabele motorcondities blijkbaar onvoldoende reductievermogen hebben.

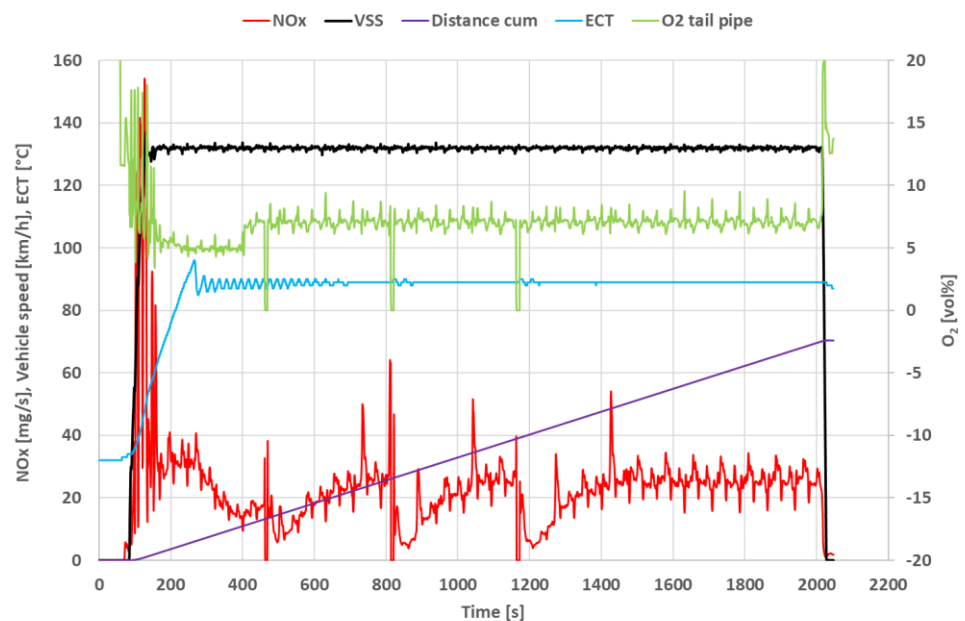
De LNT heeft een bepaalde opslagcapaciteit (ook wel buffer genoemd) voor NO_x en deze is o.a. afhankelijk van de bedrijfstemperatuur. Gedurende normaal bedrijf zal de LNT NO_x opslaan totdat de NO_x buffer geheel is gevuld, deze opslagperiode kan wel een uur duren maar 10 minuten is ook heel gebruikelijk. De LNT wordt

vervolgens geregenereerd, meestal gebeurt dit als de NO_x buffer bijna geheel is gevuld.

Hoe werkt een regeneratie van een LNT en welk NO_x emissiepatroon ontstaat daarbij?

Tijdens de regeneratie van de LNT wordt de opgeslagen NO_x, met behulp van brandstof, omgezet in H₂O, CO₂, N₂ en O₂, dit zijn in het kader van luchtkwaliteit onschadelijke componenten. Voor de uitvoering van een regeneratie van een LNT wordt de afstelling van de motor tijdelijk aangepast. Er wordt dan o.a. extra brandstof in de uitlaatslag ingespoten. Dit betekent dus dat regeneratie van een LNT extra brandstof kost.

Na de regeneratie is de buffer van de LNT leeg en kan deze weer opnieuw NO_x opslaan. De cyclustijd van een LNT ligt in de regel in de orde van minuten (zie Figuur 7-1). Hierdoor zijn de actuele gemeten emissies in de uitlaat niet meer direct te relateren aan de actuele motorcondities. Figuur 7.1 geeft onder meer gemeten NO_x concentraties aan bij een test op de testbaan waarbij is gereden met een constante snelheid van 130 km/uur. .



Figuur 7-1: NO_x concentraties bij een constante snelheid van 130 km/h. Door werking van de LNT varieert de NO_x emissie t/m t = 1500 s tussen 5 en 25 mg/s. Daarna wordt de LNT niet meer geregenereerd en blijft de NO_x emissie stabiel.

8 Conclusies

De Dienst voor Wegverkeer heeft TNO opdracht gegeven voor de uitvoering van een emissieonderzoek van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel.

Doel van het onderzoek was om het emissiegedrag van een Suzuki Vitara in kaart te brengen, gemeten met 2 verschillende motorkalibraties (1 & 2).

Daartoe zijn meerdere deeldoelstellingen geformuleerd en zijn emissiemetingen verricht op een testbaan van de RDW, op een rollenbank en op de openbare weg.

Bij elkaar geven de resultaten van deze metingen een goed beeld van het emissiegedrag van de geteste voertuigen en van de verschillen in emissies vóór en na de update van de motorkalibratie software. De uitgevoerde testen geven een beperkt inzicht in de toegepaste EGR en LNT regel strategieën.

Onderstaand zijn de verschillende deelconclusies opgenomen die volgen uit de uitgevoerde metingen. Sommige deelconclusies hebben het karakter van een constatering.

Deelconclusie 1:

De in het verkennende RDW onderzoek van 2017 geteste Suzuki Vitara Euro 6 diesel en de in het nu uitgevoerde onderzoek geteste tweede Suzuki Vitara Euro 6b diesel, beide voorzien van motorkalibratie 1, overschrijden in emissietesten op de testbaan de NO_x limietwaarde van 80 mg/km in sterke mate (tot meer dan 10 keer). Verder blijkt dat de NO_x emissie bij een omgevingstemperatuur van 4-11 °C ongeveer een factor twee hoger ligt dan bij die zelfde testen uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van 20-26 °C.

Deelconclusie 2:

Uit de resultaten van NEDC testen met koude start van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1 die op de testbaan zijn uitgevoerd blijkt dat de NO_x emissie sterk afhankelijk is van de omgevingstemperaturen en de uitgevoerde preconditioneringstest. Bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C en een standaard preconditioneringscyclus (3* EUDC) wordt in een NEDC op de testbaan een NO_x emissie van 157-191 mg/km behaald. Alleen bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C en een aangepaste preconditioneringscyclus wordt in een NEDC test op de testbaan aan de NO_x limietwaarde van 80 mg/km voldaan.

Deelconclusie 3:

In EUDC preconditioneringstesten van de Suzuki Vitara Euro 6 diesel met motorkalibratie 1 wordt de LNT standaard bij snelheden van 80 – 100 km/h drie maal geregenereerd. Hierdoor is bij aanvang van een emissietest de NO_x opslagcapaciteit van de LNT maximaal en kan tijdens de emissietest NO_x worden gebufferd en bij een snelheid van 100 km/h deels omgezet in onschadelijke componenten. Onvolledige LNT regeneraties in de preconditioneringstest leiden tot een verhoogde NO_x emissie in de aansluitende emissietest.

Deelconclusie 4:

De thermische conditie van de motor met motorkalibratie 1 heeft bij verschillende omgevingstemperaturen een verschillende uitwerking op de NO_x emissies. Bij een omgevingstemperatuur van 6 °C daalt de NO_x emissie in een NEDC test met warme start t.o.v. een NEDC test met koude start terwijl bij een temperatuur van 26

°C de NO_x emissie stijgt. De omgevingstemperatuur lijkt van grotere invloed op de NO_x emissies dan de thermische conditie van de motor.

Deelconclusie 5:

In UDC testen van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1 met koude motor start en bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C blijkt na verloop van tijd de NO_x emissie van de motor abrupt te stijgen van 300 naar 450 mg per ECE cyclus. Het tijdstip van deze plotselinge stijging van de NO_x emissie varieert in de verschillende testen, hier is geen verklaring voor gevonden. De sprong van de NO_x emissie wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een actieve aansturing van het EGR systeem dat de hoeveelheid EGR regelt. Dit wordt nader onderzocht op het voertuig met motorkalibratie 2, deze resultaten zijn gerapporteerd in hoofdstuk 5 van dit rapport. Mogelijk zijn andere motorparameters (zoals de brandstofinspuitstrategie) ook van invloed op de NO_x emissies, deze zijn niet onderzocht.

In UDC testen met warme start bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C zijn de NO_x emissies van de motor constant op een niveau tussen 350-530 mg per ECE cyclus en blijkt de EGR-regeling stabiel te functioneren.

Deelconclusie 6:

Bij gelijke omgevingstemperaturen en gelijke preconditioneringscycli blijkt het NO_x emissiegedrag van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 1 in 4*UDC testen op de testbaan en op de rollenbank vrijwel identiek. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het emissiegedrag van het voertuig op de rollenbank en op de testbaan overeenkomen en reproduceren en de verschillende soorten meetapparatuur soortgelijke resultaten leveren.

Deelconclusie 7:

In testen bij relatief constante snelheden van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 1 is het emissiegedrag niet reproduceerbaar, de NO_x emissies kunnen meer dan een factor 2 verschillen. De gemeten zuurstofconcentraties in het uitlaatgas variëren, dit duidt op verschillende aansturingen van de EGR systemen. Ook is er soms sprake van een stijgende trend van de NO_x emissies. Verder is het regeneratiegedrag van de LNT in deze test opzet niet verklaarbaar.

Deelconclusie 8:

In RDE testen met motorkalibratie 1 is de NO_x emissie afhankelijk van de omgevingstemperatuur. Bij een omgevingstemperatuur van 13 °C is een substantieel hogere NO_x emissie gemeten dan bij een omgevingstemperatuur van 26 °C (691 versus 420 mg/km).

Deelconclusie 9:

In een NEDC test met motorkalibratie 1 die volgens de typegoedkeuringseisen op de rollenbank is uitgevoerd is de CO₂ emissie 114.9 – 117.2 g/km, dit is 8 - 11% hoger dan de door de fabrikant gespecificeerde waarde. De gemeten NO_x emissie is 64.9 – 83.1 en ligt gemiddeld 7% beneden de Euro 6 limietwaarde. Dit testvoertuig met motorkalibratie 1 voldoet aan de Euro 6 NO_x limietwaarden.

Deelconclusie 10:

Uit de resultaten van NEDC testen op de rollenbank met motorkalibratie 1 met verschillende rijweerstandscurven blijkt dat de CO₂ emissie toeneemt als de rijweerstand toeneemt. Een toename van de rijweerstand heeft een toename van

de motorbelasting tot gevolg en dit leidt in dit testprogramma tot een verhoging van de CO₂ emissie van 115 naar 152 g/km (+ 32%). De NO_x emissie varieert tussen 65 en 168 mg/km en heeft geen directe relatie met een toenemende rijweerstand.

Deelconclusie 11:

De door het mobiele meetsysteem SEMS gemeten CO₂ en NO_x emissies van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 1 wijken licht af van de testresultaten die volgens de wettelijke meetmethode op de rollenbank zijn bepaald. Deze afwijkingen zijn voor CO₂ 0.6 – 4.4 % en voor NO_x -2.3 – 2.6 %. Voor de deelconclusies die betrekking hebben op de NO_x emissies in dit onderzoek hebben de genoemde verschillen in meetresultaten van het SEMS systeem en de wettelijke methode op de rollenbank geen gevolgen omdat alle afwijkingen gering zijn.

Deelconclusie 12:

De rijweerstandscurve van het testvoertuig op de testbaan in Lelystad ligt globaal 1,5 tot 5,2 keer hoger dan de door de fabrikant vastgestelde rijweerstandscurve. Het absolute verschil in rijweerstandskracht is over het snelheidsbereik 10-130 km/h is 300 - 400 N. Dit verschil wordt grotendeels veroorzaakt door de krombochten in de testbaan.

Deelconclusie 13:

Uit de resultaten van NEDC testen met koude start van de Suzuki Vitara's Euro 6 diesel met motorkalibratie 2 die op de testbaan bij omgevingstemperaturen van 13 – 23 °C zijn uitgevoerd blijkt dat de NO_x emissie stijgt bij dalende omgevingstemperaturen. Verder is het aantal en de duur van de LNT regeneraties in de preconditioneringstest van invloed op de NO_x emissies in de NEDC test. Bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C en een standaard preconditioneringscyclus (3* EUDC) wordt in een NEDC op de testbaan een NO_x emissie van 200 mg/km behaald.

Deelconclusie 14:

In 3*EUDC preconditioneringstesten met motorkalibratie 2 wordt de LNT drie maal geregenereerd. Om onbekende redenen vinden deze LNT regeneraties soms niet (volledig) plaats. Dit zelfde regeneratiegedrag is bij motorkalibratie 1 waargenomen, zie 4.1.3. Dit betekent dat de NO_x buffercapaciteit aan het begin van een emissietest varieert en dit beïnvloedt de NO_x emissies van de emissietest.

Deelconclusie 15:

De NEDC NO_x emissies met koude start van motorkalibratie 2 zijn substantieel hoger dan de NO_x emissies van een NEDC test met warme start. Dit verschil ontstaat hoofdzakelijk in de eerste 500 s van de NEDC test.

Deelconclusie 16:

In UDC testen op de testbaan en op de rollenbank van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 2 met koude motor start bij een omgevingstemperatuur boven 20 °C blijkt na verloop van tijd de NO_x emissie van het voertuig abrupt te stijgen van ongeveer 150 naar 450 mg per ECE cyclus. Het tijdstip van deze plotselinge stijging van de NO_x emissie ligt in de twaalfde tot veertiende ECE cyclus van een UDC test. De sprong van de NO_x emissie wordt (mede) veroorzaakt door een verandering van de actieve aansturing van het EGR systeem dat de hoeveelheid EGR regelt. Mogelijk zijn andere motorparameters (zoals de

brandstofinspuitstrategie) ook van invloed op de NO_x emissies, deze zijn niet onderzocht.

Deelconclusie 17:

Bij gelijke omgevingstemperaturen en gelijke preconditioneringscycli blijkt het NO_x emissiegedrag van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibratie 2 in 4*UDC testen op de testbaan en op de rollenbank vrijwel identiek. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het emissiegedrag van het voertuig op de rollenbank gereproduceerd kan worden op de testbaan, het emissiegedrag op de rollenbank en de testbaan vrijwel identiek is en de verschillende soorten meetapparatuur soortgelijke resultaten leveren.

Deelconclusie 18:

In testen met koude start bij constante snelheden van 110 en 130 km/h is sprake van een sterk variërende NO_x emissie. Na de koude start is de NO_x emissie ongeveer 800 mg/km en deze daalt na 2 minuten door inschakeling van het lage druk EGR systeem naar 230 mg/km om na de vierde minuut t.g.v. een LNT regeneratie te dalen naar 43 mg/km. Na de achtste minuut sluit het lage druk EGR systeem gedeeltelijk en stijgt de gemiddelde NO_x emissie naar 272 – 293 mg/km om vervolgens nadat de LNT regeneraties vanaf de 28^e minuut niet meer worden uitgevoerd te stijgen naar 446 mg/km. Onduidelijk is waarom LNT generaties dan niet meer plaatsvinden, dit is niet verder onderzocht.

Deelconclusie 19:

In vier RDE testen met motorkalibratie 2 bij gemiddelde omgevingstemperaturen van 15 tot 19 °C is de gemeten CO₂ emissie 129 – 137 g/km en de NO_x emissie 399 tot 619 mg/km. Deze spreiding van emissies is normaal en past bij de aard van RDE testen die een zekere variatie in uitvoering kan hebben.

Deelconclusie 20:

In een NEDC test met motorkalibratie 2 die volgens de typegoedkeuringseisen op de rollenbank is uitgevoerd is de gemeten CO₂ emissie 118.5 g/km, dit is 12% hoger dan de door de fabrikant gespecificeerde typegoedkeuringswaarde. De gemeten NO_x emissie is 63.5 mg/km, dit is 21% beneden de Euro 6 limietwaarde; Dit testvoertuig met motorkalibratie 2 voldoet aan de Euro 6 NO_x limietwaarden.

Deelconclusie 21:

Uit de resultaten van NEDC testen op de rollenbank met motorkalibratie 2 met verschillende rijweerstandscurven blijkt dat de CO₂ emissie toeneemt als de rijweerstand toeneemt. Een toename van de rijweerstand (RL1 naar RL5) heeft een toename van de motorbelasting tot gevolg en dit leidt tot een verhoging van de CO₂ emissie van 119 naar 175-178 g/km (+ 48%). Tegelijkertijd neemt de NO_x emissie toe van 64 naar 120-141 mg/km (+ 87% tot + 120%).

Deelconclusie 22:

De door het mobiele meetsysteem SEMS gemeten CO₂ en NO_x emissies van de Suzuki Vitara met motorkalibratie 2 wijken licht af van de testresultaten die volgens de wettelijke meetmethode op de rollenbank zijn bepaald. Deze afwijkingen zijn voor CO₂ 6.6 tot 9.0% % en voor NO_x -2.3 tot 2.6 %. Voor de deelconclusies die betrekking hebben op de NO_x emissies in dit onderzoek hebben de genoemde

verschillen in meetresultaten van het SEMS systeem en de wettelijke methode op de rollenbank geen gevolgen omdat alle afwijkingen gering zijn.

Deelconclusie 23:

De gemeten overdruk waaraan de NO_x-O₂ sensor, die gemonteerd is na de LNT, is blootgesteld in dit testprogramma is gering (maximaal 4 kPa) en de bijbehorende correctie van de gemeten NO_x concentratie is 1.5 – 2.7%, op basis van de drukmetingen. De optredende overdrukken bij de NO_x-O₂ sensor na LNT hebben voor dit geteste voertuig een kleine invloed op de gemeten NO_x concentraties voor de LNT in de ECE testen. Maar de hogere druk verklaart wel een deel van het overblijvende constante verschil tussen de voor en na de LNT metingen, zoals gezien, in bijvoorbeeld Figuur 4-15. De druksensor kan mogelijk de piekwaarden niet geheel volgen. De metingen na de LNT zijn in lagere overdrukken, en gevalideerd aan de laboratoriumresultaten. Daarom moet de meting voor de LNT als meer indicatief beschouwd worden, met een grotere meetonnauwkeurigheid, door de meetomstandigheden voor de LNT.

Deelconclusie 24:

De NO_x emissies van de Suzuki Vitara Euro 6b diesel met motorkalibraties 1 en 2 zijn in veel testen en omstandigheden soortgelijk. Dit is zowel op de rollenbank als op de testbaan vastgesteld. Motorkalibratie 2 lijkt bij constante snelheden alleen gedurende de eerste 1800 s na de koude start de LNT frequenter te regenereren en verandert de regelstrategie van het lage druk EGR systeem op een later moment dan bij motorkalibratie 1.

9 Afkortingen

ADC	Analoog Digitaal Converter
CO	Koolmonoxide
CO ₂	Kooldioxide
ECE	United Nations Economic Commission for Europe
ECT	Engine Coolant Temperature (Koelvloeistoftemperatuur)
EGR	Exhaust Gas Recirculation (Uitlaatgas recirculatie)
EUDC	Extra Urban Driving Cycle
IAT	Inlet Air Temperature
ISC	In Service Conformity
NO _x	Stikstofoxiden, NO en NO ₂
THC	Total Hydrocarbons
MAF	Mass Air Flow rate
NEDC	New European Driving Cycle
OBD	On Board Diagnostics
OEM	Original Equipment Manufacturer
PEMS	Portable Emission Measurement System
PM	Particulate Matter
PN	Particle Number
RDW	Dienst voor Wegverkeer
RDE	Real Driving Emissions
SEMS	Smart Emission Measurement System
TA	Type Approval
TCL	Test Centre Lelystad
TNO	Netherlands Organisation for Applied Scientific Research
UDC	Urban Driving Cycle
VSS	Vehicle Speed Sensor

10 Referenties

[RDW 2017] Programma Emissietesten RDW, Juli 2017, RDW

11 Ondertekening

Den Haag, 24 september 2019

TNO

Peter van der Mark
Projectleider

Gerrit Kadijk
Auteur

A Certificaten referentiebrandstof



Haltermann Carless Deutschland GmbH
Schlengendeich 17 21107 Hamburg Germany

HORIBA EUROPE GMBH
Monika Spengel
HANS-MESS-STRASSE 6
61440 OBERURSEL

Certificate 100000121736

Date: 07.11.2017
Customer PO: 4510565089
Delivery Note: 80101799 000010
Order No.: 66100455 000010
Customer No.: 1750282

GMID: 357707
Material: Diesel, EURO-6 Cert Fuel B7
172 KG LINED STEEL DRUM 1A1
Cust. Mat.:
Batch: EJ0603T477
Orig. Batch: 37
Sample No.: 30030144
Analyzed: 13.10.2017
Divy. Qty: 172,0 KG
Vehicle: M-DH 6087
Ship from: Shipping Point Hamburg Hamburg 02 Germany

Page: 1 / 2

Feature	Units	Results	Limits Minimum	Maximum	Method
Cetane Number (CFR)	(¹)	52,2	52,0	56,0	EN ISO 5165
Cetane Index		58,6	46,0	-	EN ISO 4264
Density at 15°C	kg/m3	834,6	833,0	837,0	EN ISO 12185
Distillation IBP	°C	216,8	-	-	EN ISO 3405
Dist. 50% v/v	°C	285,1	245,0	-	EN ISO 3405
Dist. 95% v/v	°C	350,3	345,0	360,0	EN ISO 3405
Distillation FBP	°C	365,3	-	370,0	EN ISO 3405
Flash Point	°C	94,5	55,0	-	EN ISO 2719
Cloud Point	°C	-21	-	-10	EN 23015
Viscosity at 40°C	mm2/s	3,234	2,300	3,300	EN ISO 3104
Aromatics, Poly (2+3)	% w	3,5	2,0	4,0	EN 12916
Sulfur	mg/kg	< 3,0	-	10,0	EN ISO 20846
Corrosion - Copper		1A	-	-	EN ISO 2160
Carbon Residue - 1	% w	max. 1	-	0,20	EN ISO 10370
Ash Content	% w	< 0,10	-	0,010	EN ISO 6245
Water	mg/kg	45	-	200	EN ISO 12937
Particulate Matter	mg/kg	16,6	-	24,0	EN 12662
Strong Acid Number	mg	< 0,02	-	0,10	ASTM D974
Oxidation Stabilit	Hour	66,7	20,0	-	EN 15751

Sitz der Gesellschaft: Hamburg, Amtsgericht Hamburg * HRB 118570 * USt-ID/VAT-ID: DE81528585 *
Gesellschaftsführung: Dr. Uwe Nöbel (Vorstand), Peter Stübbe, Henrik Krüger
Commerzbank AG * Konto 6162128 * Bankleitzahl 25040000 * IBAN DE20 2004 0000 0515 2128 00 * SWIFT Code COBADEFFXXX



HORIBA EUROPE GMBH
HANS-MESS-STRASSE 6
61440 OBERURSEL

Delivery Item/date
80101799 000010 / 09.11.2017

Page
2 / 2

Feature	Units	Results	Limits Minimum	Maximum	Method
HFRR (WSD)	µm	156	-	400	EN ISO 12156-1
FAME	%(V)	6,8	6,0	7,0	EN 14078
Oxygen Content	%(w)	0,86	-	-	EN 14078
Hydrogen	%(w)	13,45	-	-	RWL-HM-28
Carbon	%(w)	85,69	-	-	RWL-HM-28
C:H Ratio (H=1)	%(w)	6,37	-	-	RWL-HM-28
H:C Ratio (C=1)	%(w)	0,157	-	-	RWL-HM-28
Net Heating Value	MJ/kg	42,887	-	-	RWL-HM-27
Net Heating Value	Btu/lb	18436	-	-	RWL-HM-27

(¹): tested by subcontractor
(²): not accredited
(³): modified

The certificate is electronically generated and valid without signature.

Laboratory is accredited acc DIN EN ISO / IEC 17025, DAkKS D-PL-17640-01-00
Robert Geisler, Phone ++49-40-33318-149

Sitz der Gesellschaft: Hamburg, Amtsgericht Hamburg * HRB 118570 * USt-ID/VAT-ID: DE81528585 *
Gesellschaftsführung: Dr. Uwe Nöbel (Vorstand), Peter Stübbe, Henrik Krüger
Commerzbank AG * Konto 6162128 * Bankleitzahl 25040000 * IBAN DE20 2004 0000 0515 2128 00 * SWIFT Code COBADEFFXXX

B Resultaten emissietesten rollenbank

Overview Chassis Dynamometer tests Suzuki Vitara motorkalibratie 1															
Test type	Road Load	Calibration	Phase	HC	CO	CO2	NOx	NO	NMHC	CH4	NMOC	HC+NOx	FC	Particle Grav.	counts
				[mg/km]	[mg/km]	[g/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[l/100km]	[mg/km]	[1/km]
15-8-2018	UDC cold	1	1	111.2	579.0	155.2	124.3	87.6	94.4	14.8	102.0	235.5	5.94		4.21E+10
15-8-2018	EUDC	1	1	22.4	41.0	106.1	59.0	38.5	5.0	17.9	6.9	81.4	4.03		5.28E+10
15-8-2018	NEDC cold	1	1	54.9	238.5	124.2	82.9	56.5	37.9	19.5	41.9	137.9	4.73		4.88E+10
16-8-2018	UDC cold	1	1	99.4	540.0	133.2	88.2	63.4	87.2	9.7	94.5	187.7	5.10		3.69E+10
16-8-2018	EUDC	1	1	26.1	59.0	104.2	51.0	34.8	6.8	20.1	8.9	77.0	3.96		5.28E+10
16-8-2018	NEDC cold	1	1	53.2	236.9	114.9	64.9	45.4	36.5	19.1	40.6	118.1	4.38		4.70E+10
17-8-2018	UDC cold	1	1	86.4	476.0	137.6	121.2	87.0	75.2	9.0	81.8	207.5	5.26		3.75E+10
17-8-2018	EUDC	1	1	22.4	52.0	105.3	60.9	41.6	5.5	16.9	7.9	83.3	4.00		5.90E+10
17-8-2018	NEDC cold	1	1	45.9	207.5	117.2	83.1	58.3	31.1	16.9	35.0	129.0	4.46		5.11E+10
20-8-2018	UDC cold	2	1	79.5	567.0	145.5	121.2	86.4	68.3	8.7	74.4	200.7	5.56		3.78E+10
20-8-2018	EUDC	2	1	25.5	34.0	113.8	126.8	83.9	5.2	21.7	6.6	152.2	4.32		3.46E+10
20-8-2018	NEDC cold	2	1	45.2	229.5	125.4	124.8	84.6	28.4	19.2	31.5	169.9	4.78		3.58E+10
23-8-2018	UDC cold	2	1	81.4	425.0	139.3	117.4	83.3	71.1	7.8	77.9	198.8	5.32		5.23E+10
23-8-2018	EUDC	2	1	23.0	32.0	112.2	59.0	38.5	4.3	18.8	6.7	82.0	4.26		6.85E+10
23-8-2018	NEDC cold	2	1	44.5	176.7	122.2	80.5	54.9	28.9	17.9	32.9	125.0	4.65		6.26E+10
28-8-2018	UDC cold	1	1	76.4	431.0	140.1	108.1	83.3	65.4	7.9	72.3	184.5	5.35		3.30E+10
28-8-2018	EUDC	1	1	9.9	8.0	101.1	57.8	42.3	1.9	5.9	4.7	67.7	3.84		3.38E+10
28-8-2018	NEDC cold	1	1	34.5	165.0	115.5	76.3	57.3	25.4	10.3	29.8	110.7	4.40		3.35E+10
30-8-2018	UDC cold	3	1	55.9	379.0	148.2	128.6	95.7	45.8	6.4	52.6	184.5	5.65		6.45E+10
30-8-2018	EUDC	3	1	24.9	144.0	121.2	51.6	34.8	6.0	17.7	9.8	76.4	4.61		8.28E+10
30-8-2018	NEDC cold	3	1	36.4	230.6	131.1	79.7	57.2	20.6	18.1	25.6	116.2	4.99		7.61E+10
13-9-2018	UDC cold	4	1	92.0	676.0	176.1	246.7	171.5	78.1	2.5	93.6	338.6	6.73		1.68E+11
13-9-2018	EUDC	4	1	24.2	108.0	137.7	121.2	75.2	4.8	12.7	13.7	145.4	5.23		8.80E+10
13-9-2018	NEDC cold	4	1	49.3	318.0	151.9	167.6	110.7	31.9	20.0	43.2	216.9	5.79		1.17E+11

Overview Chassis Dynamometer tests Suzuki Vitara motorikcalibratie 1															
Test type	Road Load	Calibration	Phase	HC	CO	CO2	NOx	NO	NMHC	CH4	NMOG	HC+NOx	FC	Particle Grav.	counts
				[mg/km]	[mg/km]	[g/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[l/100km]	[mg/km]	[1/km]
14-8-2018	UDC cold	1	1	25.5	27.0	108.3	198.2	120.5	5.5	21.2	7.1	223.7	4.12		-
14-8-2018	UDC cold	1	2	22.4	16.0	106.5	61.5	34.8	2.3	21.1	4.1	83.9	4.04		-
14-8-2018	UDC cold	1	3	25.5	48.0	104.7	58.4	32.3	6.1	18.6	9.6	83.9	3.98		-
14-8-2018	UDC cold	1	4												-
14-8-2018	4* UDC cold	1	1-4	24.4	30.1	106.5	105.9	62.5	4.6	22.6		130.3	4.05		-
21-8-2018	UDC cold	2	1	74.6	482.0	144.1	100.7	72.7	63.0	10.9	67.3	175.2	5.50		4.13E+10
21-8-2018	UDC cold	2	2	20.5	9.0	128.0	113.7	78.9	13.3	5.8	16.5	134.2	4.86		3.82E+10
21-8-2018	UDC cold	2	3	18.6	11.0	124.1	206.3	139.2	12.9	2.7	17.2	224.9	4.71		2.30E+10
21-8-2018	UDC cold	2	4	26.7	14.0	125.2	318.1	214.4	22.0	1.3	26.6	344.9	4.75		1.56E+10
21-8-2018	4* UDC cold	2	1-4	35.1	129.1	130.3	184.8	126.3	27.8	8.4		220.0	4.96		2.95E+10
3-9-2018	UDC cold	3	1	42.3	298.0	156.0	102.5	75.2	31.7	6.2	38.3	144.8	5.94		7.39E+10
3-9-2018	UDC cold	3	2	10.6	15.0	136.3	93.8	64.0	3.0	2.1	8.7	104.4	5.17		4.16E+10
3-9-2018	UDC cold	3	3	9.3	19.0	131.4	237.4	163.4	4.8	0.0	10.5	246.7	4.99		2.44E+10
3-9-2018	UDC cold	3	4	12.4	17.0	131.6	374.1	259.7	8.6	0.0	14.5	386.5	5.00		1.81E+10
3-9-2018	4* UDC cold	3	1-4	18.6	87.1	138.8	202.1	140.8	12.0	7.5		220.7	5.27		3.95E+10

Overview Chassis Dynamometer tests Suzuki Vitara motorkalibratie 2															
Test type	Road Load	Calibration	Phase	HC	CO	CO2	NOx	NO	NMHC	CH4	NMDOG	HC+NOx	FC	Particle Grav.	counts
				[mg/km]	[mg/km]	[g/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[mg/km]	[l/100km]	[mg/km]	[1/km]
10-12-2018	UDC cold	2	1	98.2	683.0	141.7	80.8	60.3	88.5	9.1	93.9	179.0	5.43		2.55E+10
10-12-2018	EUDC	2	2	31.7	174.0	104.9	53.4	36.7	12.1	17.1	17.2	85.1	4.00		3.25E+10
10-12-2018	NEDC cold	2	1+2	56.1	362.1	118.5	63.5	45.3	40.3	18.1	45.5	119.6	4.53	0.17	2.99E+10
13-12-2018	UDC cold	2	1	28.6	325.0	174.9	141.1	100.0	21.3	3.8	26.6	169.6	6.66		5.16E+10
13-12-2018	EUDC	2	2	0.6	39.0	149.6	274.0	152.9	0.0	0.0	2.5	274.6	5.68		5.02E+10
13-12-2018	NEDC cold	2	1+2	11.0	143.7	158.9	225.4	133.5	7.8	3.7	11.4	236.4	6.04	0.20	5.07E+10
30-1-2019	UDC cold	2	1	51.6	478.0	178.1	119.9	83.9	41.9	9.7	45.1	171.5	6.79		6.15E+10
30-1-2019	EUDC	2	2	1.9	53.0	149.5	318.8	174.0	1.1	0.0	2.0	320.6	5.68		3.85E+10
30-1-2019	NEDC cold	2	1+2	20.0	208.2	160.0	245.9	141.0	16.0	4.6	17.7	265.9	6.08	0.03	4.69E+10
11-12-2018	UDC cold	2	1	50.3	497.0	185.9	127.4	89.4	44.6	6.4	46.4	177.7	7.09		5.91E+10
11-12-2018	UDC cold	2	2	15.5	84.0	169.3	99.4	62.1	12.9	3.5	13.4	115.0	6.43		4.69E+10
11-12-2018	UDC cold	2	3	13.7	80.0	167.1	164.0	101.9	11.6	2.2	12.1	177.7	6.35		4.01E+10
11-12-2018	UDC cold	2	4	14.3	75.0	166.7	393.9	244.2	13.5	0.4	14.1	408.2	6.41		1.95E+10
11-12-2018	4* UDC cold	2	1-4	23.4	183.4	172.8	196.1	124.4	20.6	3.1	21.5	219.5	6.57	0.13	4.14E+10
12-12-2018	UDC cold	2	1	35.4	342.0	185.6	111.9	80.8	26.7	3.7	33.6	147.3	7.07		6.74E+10
12-12-2018	UDC cold	2	2	7.5	58.0	165.8	88.2	56.5	1.7	0.7	7.3	95.7	6.30		5.02E+10
12-12-2018	UDC cold	2	3	6.8	58.0	163.1	159.1	99.4	1.7	0.0	7.2	165.9	6.19		4.01E+10
12-12-2018	UDC cold	2	4	6.8	56.0	163.7	389.6	238.6	3.5	0.0	8.5	396.4	6.22		1.90E+10
12-12-2018	4* UDC cold	2	1-4	14.1	128.4	169.5	187.2	118.8	8.4	6.5	14.1	201.3	6.44	0.19	4.17E+10

C SEMS resultaten testbaan en rollenbank

Overzicht test programma Suzuki Vitara, engine calibration C1								
No	Test	Start	Datum	Tambient	Time	CO2	NOx	Locatie
				[°C]		[g/km]	[mg/km]	
1	NEDC	warm	2018-3-22	10.4	13:48	204	805	Testbaan
2	120 kph	warm	2018-3-27	7.0	7:39	192	1204	Testbaan
3	NEDC	warm	2018-3-27	10.9	9:08	152	845	Testbaan
4	NEDC + auxiliaries	warm	2018-3-27	11.6	9:30	143	782	Testbaan
5	3* EUDC	warm	2018-3-27	11.5	9:53	131	535	Testbaan
6	NEDC	cold	2018-3-28	10.4	6:17	-	-	Testbaan
7	NEDC	warm	2018-3-28	9.3	6:38	146	693	Testbaan
8	NEDC + auxiliaries	warm	2018-3-28	9.5	7:00	152	732	Testbaan
9	120 kph	warm	2018-3-28	10.1	8:03	164	868	Testbaan
10	NEDC +10%	warm	2018-3-28	10.2	8:16	142	672	Testbaan
11	NEDC -10%	warm	2018-3-28	10.6	8:38	127	639	Testbaan
12	EUDC-UDC	warm	2018-3-28	11.0	8:59	136	502	Testbaan
13	RDE warm	warm	2018-3-28	9.3	10:56	137	708	Testbaan
14	3* EUDC	warm	2018-3-28	9.2	12:47	134	688	Testbaan
15	NEDC	cold	2018-3-29	5.8	6:18	169	937	Testbaan
16	NEDC	warm	2018-3-29	6.2	6:39	141	547	Testbaan
17	EUDC	warm	2018-3-29	6.9	7:13	144	771	Testbaan
18	EUDC-UDC	warm	2018-3-29	7.3	7:23	135	579	Testbaan
19	NEDC No Start	warm	2018-3-29	8.7	7:57	157	917	Testbaan
20	RDE warm	warm	2018-3-29	12.5	12:17	123	811	Testbaan
21	120 kph	warm	2018-4-6	12.9	9:31	203	1204	Testbaan
22	3* EUDC	warm	2018-4-6	13.0	9:56	138	531	Testbaan
23	NEDC	cold	2018-4-9	19.6	13:03	143	303	Testbaan
24	3* EUDC	warm	2018-4-9	18.6	13:27	122	282	Testbaan
25	4* UDC cold	cold	2018-4-10	22.1	11:22	162	326	Testbaan
26	120 kph	warm	2018-4-10	22.7	12:58	206	468	Testbaan
27	4* UDC warm	warm	2018-4-10	23.1	13:10	134	261	Testbaan
28	120 kph	warm	11-4-2018	20.0	13:58	164	746	Testbaan
29	3*EUDC	warm	11-4-2018	20.1	13:15	125	350	Testbaan
30	4* UDC cold	cold	16-4-2018	18.9	13:14	143	554	Testbaan
31	120 kph	warm	16-4-2018	18.6	14:51	157	842	Testbaan
32	4* UDC warm	warm	16-4-2018	19.0	15:04	134	610	Testbaan
33	130 kph	warm	18-4-2018	23.0	12:18	211	1416	Testbaan
34	3*EUDC	warm	18-4-2018	23.7	12:44	123	165	Testbaan
35	4* UDC cold	cold	19-4-2018	30.6	14:27	139	255	Testbaan
36	4* UDC warm	warm	19-4-2018	31.3	15:29	131	435	Testbaan
37	3*EUDC	warm	19-4-2018	31.0	16:23	128	411	Testbaan
38	4* UDC cold	cold	24-4-2018	13.1	08:27	148	708	Testbaan
39	120 kph	warm	24-4-2018	13.5	09:42	206	936	Testbaan
40	4* UDC warm	warm	24-4-2018	13.6	09:55	140	563	Testbaan

41	120 kph	warm	24-4-2018	15.4	11:34	173	1060	Testbaan
42	3*EUDC	warm	24-4-2018	15.4	11:47	128	567	Testbaan
43	NEDC cold	cold	7-5-2018	25.6	12:51	139	272	Testbaan
44	120 kph	warm	7-5-2018	25.4	13:11	155	283	Testbaan
45	4* UDC warm	warm	7-5-2018	27.0	13:25	130	384	Testbaan
46	4* UDC warm	warm	7-5-2018	29.5	14:40	131	524	Testbaan
47	120 kph	warm	7-5-2018	30.5	16:17	164	626	Testbaan
48	3*EUDC	warm	7-5-2018	30.3	16:32	-		Testbaan
49	NEDC cold	cold	8-5-2018	28.7	13:34	139	214	Testbaan
50	3*EUDC	warm	8-5-2018	39.0	14:05	131	298	Testbaan
51	4* UDC cold	cold	9-5-2018	26.9	14:59	148	265	Testbaan
52	9* ECE	warm	9-5-2018	26.8	16:15	138	441	Testbaan
53	4* UDC warm	warm	9-5-2018	27.3	16:21	146	437	Testbaan
54	3*EUDC	warm	11-5-2018	14.0	09:19	142	451	Testbaan
55	NEDC cold	cold	14-5-2018	27.4	14:12	141	259	Testbaan
56	NEDC warm	warm	14-5-2018	28.6	14:36	140	329	Testbaan
57	3*EUDC	warm	14-5-2018	28.7	15:02	148	440	Testbaan
58	?	cold	22-5-2018	25.3	14:04	161	178	Testbaan
59	UDC	warm	22-5-2018	25.3	15:45	141	324	Testbaan
60	3*EUDC	warm	22-5-2018	25.0	16:39	128	255	Testbaan
61	4* UDC cold	cold	25-5-2018	19.8	08:06	144	291	Testbaan
62	120 kph	warm	25-5-2018	22.0	09:23	184	772	Testbaan
63	4* UDC warm	warm	25-5-2018	22.0	09:36	136	219	Testbaan
64	120 kph	warm	25-5-2018	25.0	11:44	166	597	Testbaan
65	3*EUDC	warm	25-5-2018	25.0	11:57	127	281	Testbaan
66	120 kph	warm	29-5-2018	33.1	14:50	181	520	Testbaan
67	3*EUDC	warm	29-5-2018	33.0	15:10	127	249	Testbaan
68	NEDC cold	cold	30-5-2018	27.2	13:35	140	102	Testbaan
69	3*EUDC	warm	30-5-2018	27.4	14:00	126	88	Testbaan
70	NEDC cold	cold	31-5-2018	27.0	12:01	139	89	Testbaan
71	120 kph	warm	31-5-2018	20.3	12:58	185	694	Testbaan
72	Coastdown	warm	31-5-2018	23.0	13:15	126	286	Testbaan
73	120 kph	warm	31-5-2018	23.0	16:04	202	847	Testbaan
74	3*EUDC	warm	31-5-2018	23.6	16:18	122	105	Testbaan
75	RDE warm	warm	6-6-2018	25.9	11:40	127	426	Testbaan
76	4* UDC cold	cold	14-8-2018					Testbaan

77	3*EUDC	warm	14-8-2018	23.0	11:48	114	111	Rollenbank
78	NEDC cold	cold	15-8-2018	23.0	11:11	129	95	Rollenbank
79	3*EUDC	warm	15-8-2018	23.0	13:13	112	100	Rollenbank
80	NEDC cold	cold	16-8-2018	23.0	11:07	118	79	Rollenbank
81	3*EUDC	warm	16-8-2018	23.0	11:47	111	90	Rollenbank
82	NEDC cold	cold	17-8-2018	23.0	11:28	98	74	Rollenbank
83	3*EUDC	warm	17-8-2018	23.0	13:16	119	96	Rollenbank
84	4*UDC cold	cold	20-8-2018	23.0	13:53	131	148	Rollenbank
85	4*UDC cold	cold	21-8-2018	23.0	11:14	131	182	Rollenbank
86	3*EUDC	warm	21-8-2018	23.0	12:28	161	405	Rollenbank
87	NEDC cold	cold	22-8-2018	23.0	15:30	127	163	Rollenbank
88	3*EUDC	warm	22-8-2018	23.0	16:26	116	141	Rollenbank
89	NEDC cold	cold	23-8-2018	23.0	11:58	126	90	Rollenbank
90	4*UDC warm	warm	24-8-2018	23.0	13:16	136	195	Rollenbank
91	?	cold	27-8-2018	23.0	10:20	-	-	Rollenbank
92	?	warm	27-8-2018	23.0	16:34	-	-	Rollenbank
93	NEDC cold	cold	28-8-2018	23.0	10:43	-	-	Rollenbank
94	?	warm	28-8-2018	23.0	11:27	-	-	Rollenbank
95	?	cold	29-8-2018	23.0	14:35	93	50	Rollenbank
96	3*EUDC	warm	29-8-2018	23.0	15:16	129	148	Rollenbank
97	NEDC cold	cold	30-8-2018	23.0	14:00	113	90	Rollenbank
98	3*EUDC	warm	30-8-2018	23.0	14:49	130	149	Rollenbank
99	4*UDC cold	cold	3-9-2018	23.0				Rollenbank
100	NEDC cold	cold	13-9-2018	23.0	16:29	-	-	Rollenbank
101	Road load	warm	17-10-2018		16:07	185	1266	Testbaan
102	Road load	warm	19-10-2018		14:46	171	1541	Testbaan

No	Test	Start	Date	Tambient	Time	CO2	NOx	Locatie	Opmerking
				[°C]		[g/km]	[mg/km]		
30	Warming up	cold	16-10-2018	20	11:00	173	569	Testbaan	
31	Coast down	warm	16-10-2018	20	11:12	140	939	Testbaan	
32	Coast down	warm	16-10-2018	23	12:31	125	308	Testbaan	
33	Coast down	warm	16-10-2018	23	12:37	126	218	Testbaan	
34	Coast down	warm	16-10-2018	23	12:44	124	152	Testbaan	
35	3*EUDC	warm	18-10-2018	15	16:31	127	240	Testbaan	
36	4* UDC	cold	24-10-2018	25-18	14:16	160	148	Testbaan	
37	120 kph	warm	24-10-2018	18	15:50	199	785	Testbaan	
38	3*EUDC	warm	24-10-2018	17	16:03	127	156	Testbaan	
39	RDE	warm	1-11-2018	16	10:27	137	619	Testbaan	
40	3*EUDC	warm	1-11-2018	16	12:20	128	160	Testbaan	
41	NEDC cold	cold	6-11-2018	25-13	08:52	150	312	Testbaan	
42	NEDC hot	warm	6-11-2018	13	09:16	142	210	Testbaan	
43	80 kph	warm	6-11-2018	13	09:37	101	121	Testbaan	
44	NEDC cold	cold	7-11-2018	25-17	13:22	151	297	Testbaan	
45	3*EUDC	warm	7-11-2018	17	13:45	129	243	Testbaan	
46	8* UDC	cold	8-11-2018	25-13	08:18	157	388	Testbaan	
47			16-11-2018					Testbaan	
48	NEDC + RLS1	cold	7-12-2018	23	12:40	-	-	Rollenbank	
49	3*EUDC	warm	7-12-2018	23	13:29	122	153	Rollenbank	
50	NEDC cold	cold	10-12-2018	23	15:42	135	103	Rollenbank	
51	NEDC + RLS2	warm	10-12-2018	23	16:30	-	-	Rollenbank	
52	3*EUDC	warm	10-12-2018	14	17:14	167	679	Rollenbank	
53	4* UDC	cold	11-12-2018	14	08:50	193	207	Rollenbank	
54	3*EUDC	warm	11-12-2018	14	10:48	165	804	Rollenbank	
55	4* UDC	cold	12-12-2018	14	08:26	198	204	Rollenbank	
56	3*EUDC	warm	12-12-2018	23	10:36	172	642	Rollenbank	
57	NEDC cold	cold	13-12-2018	23	10:49	158	334	Rollenbank	
58	80 km/h	warm	13-12-2018	14	12:07	158	301	Rollenbank	
59	80 km/h	cold	14-12-2018	14	09:34	149	360	Rollenbank	
60	3* EUDC	warm		23		-	-	Rollenbank	
61	NEDC cold	cold	30-1-2019	23		-	-	Rollenbank	
62	Trial	warm	16-4-2019					Testbaan	
63	Trial	warm	16-4-2019			368	2228	Testbaan	
64	120 km/h	warm	16-4-2019	20		200	799	Testbaan	
65	110 km/h	warm	17-4-2019	20		168	270	Testbaan	
66	3*EUDC	warm	17-4-2019	19		132	166	Testbaan	
67	NEDC	cold	18-4-2019	23		151	225	Testbaan	
68	3*EUDC	warm	18-4-2019	23		132	281	Testbaan	
69	4*UDC	cold	23-4-2019	23		164	228	Testbaan	
70	3*EUDC	warm	23-4-2019	25		130	163	Testbaan	
71	80 kph	warm	24-4-2019	19		108	105	Testbaan	
72	120 kph	warm	02.05-2019	15	12:30	172	323	Testbaan	
73	3*EUDC	warm	02.05-2019	15	12:54	132	198	Testbaan	
74	8*UDC	cold	7-5-2019	26-13	07:31	161	375	Testbaan	
75	2* zaagtand	warm	7-5-2019	12	09:48	126	514	Testbaan	
76	50-100-50 kph zaagtand	warm	7-5-2019	15	12:27	105	147	Testbaan	
77	RDE	warm	21-5-2019		08:43	129	399	Testbaan	
78	RDE	warm	28-5-2019		12:23	129	461	Testbaan	
79	RDE	warm	29-5-2019		10:09	136	493	Testbaan	
80	110 kph	cold	12-7-2019					Testbaan	

D Specificaties rollenbank



Horiba Europe GMBH voert in haar laboratorium emissietesten uit volgens ISO 17025 standaarden en is daarvoor gecertificeerd.

De volgende meetapparatuur is in de testruimte geïnstalleerd:

Chassis Test Cell

Air conditioning

Weiss Umwelttechnik
cooling performance 150 kW
air circulation 30.000 m³/h
fresh air 2.000 m³/h
CVS-dilution air 1.200 m³/h
waist air 2.000 – 4.000 m³/h

Chassis Dynamometer

VULCAN II EMS-CD48L 4WD
max. speed 200 km/h
max. capacity/power 2 x 155 kW
wheel base 1800 – 3400 mm
max. axle load 2.500 kg
Fan LTG VQF 500/1250

Exhaust Measurement Equipment**MEXA ONE D1-EGR**

Exhaust gas analyser,
Undiluted (direct) for:
O₂, CO, CO₂, NO_x/NO, THC and CH₄,
separate EGR-Analyser

MEXA ONE 2-OV

Exhaust gas analyser,
dilute bag & continuous measurement
for: O₂, CO, CO₂, NO_x/NO, THC, CH₄.

Heated Bag Cabinet

with 3 x 4 emission bags for ambient air-, gasoline- and diesel measuring.

MEXA 2100 SPCS

Measures solid particle number concentration in raw engine exhaust gas in real time, within a specified particle size range (UN/ECE Regulation 83).

- o **Horiba MEXA ONE D1-EGR**, Exhaust Gas Analysing System for direct measurement
(1-line) with following analysers: O₂, CO, CO₂, NO_x/NO, THC, CH₄ and separate EGR-Analyser.
- o **Horiba MEXA ONE 2-OV**, Exhaust Gas Analysing System for dilute bag & continuous measurement with following analysers: O₂, CO, CO₂, NO_x/NO, THC, CH₄.
- o **Horiba MEXA 2100 SPCS**, Solid Particle Counting System.
- o **Horiba MEXA ONE CVS**, Constant Volume Sampler System, 6 m³/min to 18 m³/h.
- o **Horiba DLS 7000**, Particulate Measuring System with Dilution Tunnel DLT 18.
- o Different temperature and pressure regulators (according to the test application), max. 16 temperature inputs (Type K) and 8 voltage- and current analogue inputs.
- o **Horiba VETS One**, Host Computer and evaluation of measuring data with DIVA.
- o **Horiba PWS-ONE**, Particle measurement and conditioning chamber with micro balance and robot.