



PEMS-Messungen von Fahrzeugen der Marke Porsche des Modelljahres 2017

**Bericht gemäß Paragraph 33.e und Paragraph 33.f des DOJ und
California Third Partial Consent Decree**

Datum: 19/03/2018
Projekt: PEMS-Messungen USA

Führend ist die englische PEMS-Berichtversion vom 28.02.2018

Inhalt

Inhalt.....	2
Abbildungsverzeichnis.....	4
Tabellenverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis.....	5
1 Zusammenfassung.....	6
2 Methodik.....	8
2.1 Auswahl der Testgruppen.....	8
2.2 Messrouten.....	8
2.3 Messausrüstung.....	10
2.3.1 Abgasmessgeräte.....	10
2.3.2 Kraftstoff.....	11
2.4 Korrelationstest.....	11
2.5 CE-CERT.....	11
2.6 Ablauf des Emissionsprüfungsprozesses mit PEMS-System.....	11
2.7 Datenauswertung.....	12
3 Messergebnisse.....	13
3.1 Gesamtübersicht aller Messungen.....	13
3.2 Cayenne Turbo S.....	15
3.2.1 LA Downtown.....	16
3.2.2 Highway (1).....	21
3.2.3 Highway (2).....	27
3.2.4 Mt. Baldy.....	32
3.3 Cayenne Turbo S (2).....	37
3.3.1 LA Downtown.....	38
3.3.2 Highway.....	43
3.3.3 Mt. Baldy.....	48
3.4 Macan.....	53
3.4.1 LA Downtown (1).....	54
3.4.2 LA Downtown (2).....	60
3.4.3 Highway.....	65
3.4.4 Mt. Baldy.....	70
3.5 Macan GTS.....	75
3.5.1 LA Downtown.....	76
3.5.2 Highway.....	81
3.5.3 Mt Baldy.....	86

3.6	911 Carrera.....	91
3.6.1	LA Downtown (1).....	92
3.6.2	LA Downtown (2).....	98
3.6.3	LA Downtown (3).....	104
3.6.4	Highway (1).....	109
3.6.5	Highway (2).....	114
3.6.6	Mt Baldy (1).....	119
3.6.7	Mt Baldy (2).....	124
3.7	Panamera Turbo.....	129
3.7.1	LA Downtown.....	130
3.7.2	Highway.....	135
3.7.3	Mt. Baldy.....	140
4	Fazit.....	145

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Porsche Testgruppen MJ2017	8
Abbildung 2-2: Topographische Karte der Route durch das Zentrum von Los Angeles	9
Abbildung 2-3: Topographische Karte der Autobahnroute von Los Angeles landeinwärts nach Ontario	9
Abbildung 2-4: Topographische Karte der Landstraßenroute Mount Baldy	10
Abbildung 2-5: Prozessablauf bei PEMS-Messungen	12
Abbildung 3-1: Abweichungen der Highway (1) Route beim Cayenne Turbo S.....	22
Abbildung 3-2: Detaillierte Abweichung Highway (1) Route beim Cayenne Turbo S.....	22
Abbildung 3-3: Abweichungen der LA Downtown (1) Route beim Macan.....	55
Abbildung 3-4: Detaillierte Abweichungen der LA Downtown (1) Route beim Macan.....	55
Abbildung 3-5: Abweichungen der LA Downtown (1) Route beim 911 Carrera	93
Abbildung 3-6: Detaillierte Abweichungen der LA Downtown (1) Route beim 911 Carrera	93
Abbildung 3-7: Abweichungen der LA Downtown (2) Route beim 911 Carrera	99
Abbildung 3-8: Detaillierte Abweichungen der LA Downtown (2) Route beim 911 Carrera	99

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Abkürzungen.....	5
Tabelle 3-1: Überblick der Emissionen der PEMS-Messungen MJ2017	13
Tabelle 3-2: Emissionsübersicht Porsche - Cayenne Turbo S	15
Tabelle 3-3: Zusammenfassung LA Downtown Porsche - Cayenne Turbo S	16
Tabelle 3-4: Zusammenfassung Highway (1) Porsche - Cayenne Turbo S	21
Tabelle 3-5: Zusammenfassung Highway (2) Porsche - Cayenne Turbo S	27
Tabelle 3-6: Zusammenfassung Mt. Baldy Porsche - Cayenne Turbo S	32
Tabelle 3-7: Emissionsüberblick Wiederholung Porsche - Cayenne Turbo S (2)	37
Tabelle 3-8: Zusammenfassung LA Downtown Porsche - Cayenne Turbo S (2).....	38
Tabelle 3-9: Zusammenfassung Highway Porsche - Cayenne Turbo S (2)	43
Tabelle 3-10: Zusammenfassung Mt. Baldy Porsche - Cayenne Turbo S (2)	48
Tabelle 3-11: Emissionsübersicht Porsche - Macan.....	53
Tabelle 3-12: Zusammenfassung LA Downtown (1) Porsche - Macan	54
Tabelle 3-13: Zusammenfassung LA Downtown (2) Porsche - Macan	60
Tabelle 3-14: Zusammenfassung Highway Porsche - Macan	65
Tabelle 3-15: Zusammenfassung Mt. Baldy Porsche - Macan.....	70
Tabelle 3-16: Emissionsübersicht Porsche – Macan GTS	75
Tabelle 3-17: Zusammenfassung LA Downtown Porsche - Macan GTS	76
Tabelle 3-18: Zusammenfassung Highway Porsche - Macan GTS.....	81

Tabelle 3-19: Zusammenfassung Mt. Baldy Porsche - Macan GTS	86
Tabelle 3-20: Emissionsübersicht Porsche – 911 Carrera	91
Tabelle 3-21: Zusammenfassung LA Downtown (1) Porsche - 911 Carrera.....	92
Tabelle 3-22: Zusammenfassung LA Downtown (2) Porsche - 911 Carrera.....	98
Tabelle 3-23: Zusammenfassung LA Downtown (3) Porsche - 911 Carrera.....	104
Tabelle 3-24: Zusammenfassung Highway (1) Porsche - 911 Carrera	109
Tabelle 3-25: Zusammenfassung Highway (2) Porsche - 911 Carrera	114
Tabelle 3-26: Zusammenfassung Mt. Baldy (1) -Porsche 911 Carrera	119
Tabelle 3-27: Zusammenfassung Mt. Baldy (2) Porsche - 911 Carrera	124
Tabelle 3-28: Emissionsübersicht Porsche – Panamera Turbo.....	129
Tabelle 3-29: Zusammenfassung LA Downtown Porsche - Panamera Turbo	130
Tabelle 3-30: Zusammenfassung Highway Porsche - Panamera Turbo.....	135
Tabelle 3-31: Zusammenfassung Mt. Baldy Porsche - Panamera Turbo.....	140

Abkürzungsverzeichnis

Tabelle 1-1: Abkürzungen

Amb.	Umgebungsbedingungen (Luftdruck, -temperatur, -feuchte)
AT	Automatikgetriebe
AVL	AVL List GmbH
AWD	Allradantrieb
CE-CERT	College of Engineering - Center for Environmental Research & Technology
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EFM	Abgasvolumenstrommessgerät
FID	Flammenionisationsdetektor
FTP75	EPA Federal Test Procedure
LDT	Leichte Lastkraftwagen
LDV	Leichte Nutzfahrzeuge
MBtech	MBtech Group GmbH & Co. KGaA und MB-technology NA LLC
MJ	Modelljahr
PC	Personenkraftfahrzeug
PEMS	Mobiles Abgasmessgerät
Porsche	Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG und Porsche Cars North America, Inc.
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickoxide (Summe aus NO + NO ₂)
SUV	Sport Utility Vehicle
TCC	Emission Compliance Lab and Test Center in Oxnard, California
THCs	Gesamte Kohlenwasserstoffemissionen
TWC	Drei-Wege-Katalysator
USC	University of Southern California

1 Zusammenfassung

MB Technology NA LLC (im Folgenden als "MBtech" bezeichnet) wurden von Porsche Cars North America, Inc. als dritte unabhängige Partei für die Durchführung von Emissionsmessungen an Personenkraftwagen (PKW) der Modelljahre (MJ) 2017, 2018 und 2019 in den USA beauftragt. Die Prüfung der MJ2017 Fahrzeuge erfolgte im realen Fahrbetrieb auf den Straßen in und um Los Angeles mit Hilfe eines mobile Abgasmessgerätes (PEMS).

Im Kalenderjahr (KJ) 2017 führte MBtech die Messungen an fünf Serienfahrzeugen aus dem MJ 2017 der Modellpalette von Porsche durch. Zu diesen zählten ein 911 Carrera, ein Panamera Turbo, ein Cayenne Turbo S, ein Macan sowie das Modell Macan GTS, welches das Fahrzeug mit den höchsten Verkaufszahlen in den USA war. Die Messungen wurden wie in Paragraph 33.a und 33.b des "DOJ" und des "California Third Partial Consent Decree" beschrieben durchgeführt. MBtech wählte die gleichen Methoden für seine Messungen unter 33.b, die auch für die Messungen unter 33.a erforderlich waren. Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG und Porsche Cars North America, Inc. (zusammen als "Porsche" bezeichnet) war an keinem der Fahrzeugtests beteiligt und hatte keinen Einfluss auf die in diesem Bericht zusammengefassten Ergebnisse. Porsche Mitarbeiter halfen lediglich bei der Installation des PEMS-Systems beim Sportwagen 911 Carrera. Die Mitarbeiter von Porsche waren jedoch nicht an der eigentlichen Prüfung oder Auswertung der Ergebnisse beteiligt.

MBtech arbeitete bei diesem Projekt mit der University of California Riverside (UCR), speziell mit dem College of Engineering - Center for Environmental Research & Technology (CE-CERT) in Riverside, Kalifornien, zusammen. Hier wurden die Fahrzeuge für die Messungen vorbereitet und das PEMS-System installiert.

Die Emissionsmessungen wurden mit einem mobilen Abgasmessgerät (PEMS) und einem mobilen Flammenionisationsdetektor (FID) der AVL List GmbH ("AVL") durchgeführt. Drei vordefinierte Routen, die eine Vielfalt von topologischen Eigenschaften, Fahrmustern, sowie Umgebungstemperaturen und -drücken abdeckten, wurden für jedes Fahrzeug gefahren. Diese Routen beinhalteten ein Stadt-, Autobahn- und Höhenfahrscenario in Kalifornien. Die städtische Route befand sich in Downtown Los Angeles. Die Autobahnroute begann in Los Angeles und endete am Ontario Convention Center. Die letzte Route begann und endete am Ontario Convention Center und ging den Mount Baldy hoch und runter.

Im Anschluss an die PEMS-Messungen im realen Straßenverkehr wurde für jedes Fahrzeug ein Korrelationstest auf einem Abgasrollenprüfstand durchgeführt. Dieser erfolgte am Emissions Compliance Lab und Test Center ("TCC") in Oxnard, Kalifornien. Während der Korrelationstests wurden das PEMS- und FID-Gerät, sowie die Analysegeräte des

Abgasrollenprüfstandes parallel verwendet, um die ordnungsgemäße Funktionsweise der mobilen Abgasmesstechnik zu bestätigen. Als Korrelationstest wurde der Zertifizierungstest FTP75 gewählt.

Insgesamt wurden vierundzwanzig Messungen im realen Straßenverkehr und sechs Korrelationstests auf dem Abgasrollenprüfstand durchgeführt. Das PEMS-System hat die gasförmigen Emissionen Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂) und Stickoxide (NO_x), als Summe von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) gemessen. Mit dem FID wurden die Kohlenwasserstoffemissionen (THC) bei alle Fahrzeugen außer dem Sportwagen (911 Carrera) gemessen, da bei diesem infolge von Bauraummangel und starken Sicherheitsbedenken darauf verzichtet wurde. Des weiteren wurde bei allen Messungen im Straßenverkehr die Umgebungsparameter Druck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit, sowie das Höhenprofil aufgezeichnet.

Der folgende Bericht liefert die Testdaten aller PEMS-Messungen und Korrelationstestergebnisse auf dem Abgasrollenprüfstand. Außerdem werden alle verwendeten Testmethoden beschrieben.

2 Methodik

2.1 Auswahl der Testgruppen

Die PEMS-Messungen wurden mit fünf Serienfahrzeugen, die von Porsche zur Verfügung gestellt wurden, durchgeführt. Jedes getestete Fahrzeug umfasste eine andere Testgruppe, wie in Abbildung 2-1 dargestellt. Bei den getesteten Fahrzeugmodellen handelte es sich um einen 911 Carrera, einen Panamera Turbo, einen Cayenne Turbo S, einen Macan und einen Macan GTS (Fahrzeug mit den höchsten Verkaufszahlen in USA).

No.	Models in test group	MY2017
1	Carrera Turbo, Turbo S (991 II)	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Boxster, Cayman, Boxster S, Cayman S (982 S)	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Carrera, Carrera S, GTS (991 II)	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Panamera Turbo (LK5) (G2)	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Panamera (LK2) (G2), Panamera S (LK3) (G2)	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Macan (185 kW)	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Cayenne (E2 II)	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Macan Turbo (Turbo S)	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Cayenne S e-hybrid (E2 II)	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Macan S, GTS, Cayenne S, GTS (E2 II)	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Cayenne Turbo, Turbo S (E2 II)	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Panamera PHEV (LK3) (G2)	<input type="checkbox"/>
13	Panamera Turbo S PHEV (G2)	<input type="checkbox"/>

Abbildung 2-1: Porsche Testgruppen MJ2017

2.2 Messrouten

Drei vordefinierte Routen wurden im Vorfeld der Messkampagne ausgewählt, um PEMS-Messungen an den fünf Serienfahrzeugen durchzuführen. Die Testrouten befanden sich vor allem im Zentrum von Los Angeles und von dort aus landeinwärts. Diese drei Routen deckten die Vielfalt an topologischen Eigenschaften, Umgebungsbedingungen und Fahrmustern ab, wie sie in Südkalifornien auftreten. Jede Route wurde einmal pro Fahrzeug gefahren, es sei denn, es traten unvorhergesehene Abweichungen von der ursprünglichen Route auf. Eine Abweichung führte automatisch zu einer Wiederholung der Messung. Zu unvorhergesehenen Abweichungen zählten unter anderem Straßensperrungen, die vor allem im Zentrum von Los Angeles (LA Downtown) vermehrt auftraten. Daher wurde die Reihenfolge der Messrouten an die Situation im Raum Los Angeles angepasst und nicht im Voraus festgeschrieben.

Die "Los Angeles Route" begann und endete auf dem Parkplatz des Religionszentrums der University of Southern California (USC). Die komplette Strecke ist ca. 14,7 Meilen lang. Der größte Teil der Strecke ist repräsentativ für das von dichten Verkehrsbedingungen beeinflusste Fahren in der Stadt, mit Ausnahme von ca. 3,3 Meilen gegen Ende der Route, die auf der 110 South Highway ist. Eine topographische Karte dieser Route ist in Abbildung 2-2 dargestellt.

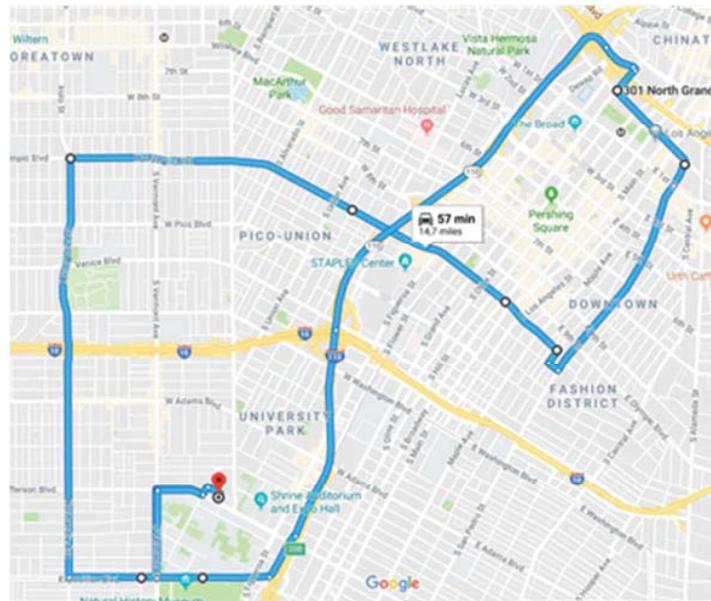


Abbildung 2-2: Topographische Karte der Route durch das Zentrum von Los Angeles

Die in Abbildung 2-3 gezeigte "Highway Route" ist ca. 44 Meilen lang und bildet etwa 95% Autobahn- und etwa 5% Stadtverkehr ab. Die Route beginnt am gleichen Start- und Endpunkt wie die "Los Angeles Route" am Hauptcampus der USC. Von hier ausgehend folgt sie in erster Linie der Interstate I-10E bis zur Ausfahrt 54 (N Vineyard) und hat den Endpunkt auf einem Parkplatz in der Nähe des Ontario Convention Center.

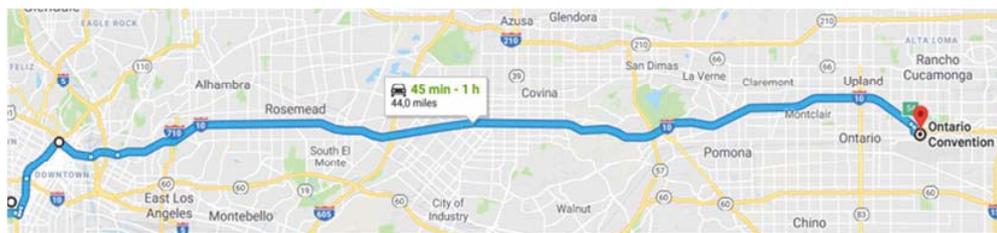


Abbildung 2-3: Topographische Karte der Autobahnroute von Los Angeles landeinwärts nach Ontario

Die dritte Route ist die in Abbildung 2-4 gezeigte "Mt. Baldy Route" und war etwa 36,8 Meilen lang. Diese Route war repräsentativ für die Fahrt auf der Landstraße mit Berg- und Talfahrten. Sie bildete große Höhenunterschiede, starke Steigungen und wechselnde Temperatur- und Druckniveaus ab. Der Start- und Endpunkt der Route war auf einem Parkplatz in der Nähe des Ontario Convention Center.

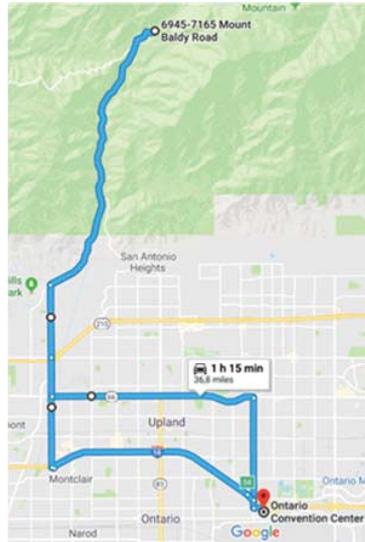


Abbildung 2-4: Topographische Karte der Landstraßenroute Mount Baldy

2.3 Messausrüstung

2.3.1 Abgasmessgeräte

Jedes getestete Fahrzeug war mit einem AVL M.O.V.E 492 GAS PEMS iS-System ("Gas PEMS"), hergestellt von AVL, ausgestattet. Die Gas PEMS hat Kohlendioxid (CO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (NO_x) als Summe von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) gemessen. Die Installation der Gas PEMS erfolgte gemäß den Empfehlungen des Herstellers. Dies beinhaltete das Bereitstellen einer isolierten Stromquelle, zum Beispiel eines Generators oder Batterien, eines Systemcontrollers und eines Gehäuses zur Abschirmung der Umwelteinflüsse auf das Messgerät.

Zusätzlich zum Gas PEMS wurden alle Fahrzeuge außer dem 911 Carrera mit einem AVL M.O.V.E 4925 FID iS ausgerüstet. Dieses Gerät war in der Lage, Kohlenwasserstoffemissionen (THCs) zu messen. Das FID-System wurde wegen Sicherheitsbedenken und aus Bauraumgründen nicht am 911 Carrera installiert.

Alle Fahrzeuge wurden außerdem mit einem Messgerät zur Messung des Volumenstroms des Abgases (EFM) ausgestattet.

Alle Fahrzeuge hatten die PEMS, den FID (mit Ausnahme des 911 Carrera) und den EFM nach Vorgabe des Herstellers auf einem Fahrradträger an der Anhängerkupplung angebracht.

2.3.2 Kraftstoff

Bei allen fünf Fahrzeugen wurde der Tank geleert und mit dem gleichen Kraftstoff (91 RON) aus Fässern neubetankt. Es handelte sich um Standardkraftstoff einer Tankstelle aus Kalifornien.

2.4 Korrelationstest

Im „Emission Compliance Lab and Test Center“ in Oxnard, Kalifornien, wurden für alle Fahrzeug Korrelationstests auf dem Abgasrollenprüfstand durchgeführt. Diese Tests wurden verwendet, um das PEMS-System zu validieren, indem die Ergebnisse der PEMS mit denen der Analysatoren des Abgasrollenprüfstandes verglichen wurden. Dabei wurden beide Messsysteme während der Korrelationszyklen parallel verwendet. Als Prüfzyklus wurde der FTP75 verwendet, welcher vergleichbar mit der Los Angeles Route (siehe Abbildung 2-2) ist.

2.5 CE-CERT

Die University of California Riverside, speziell das Institut College of Engineering - Center for Environmental Research & Technology (CE-CERT) in Riverside, Kalifornien unterstützte MBtech bei diesem Projekt. Insbesondere unterstützte CE-CERT die Vorbereitung der Fahrzeuge für die Messungen, einschließlich der QA / QC-Validierung und der Installation des PEMS-Systems. Außerdem wurden die zu testenden Serienfahrzeuge auf dem Gelände der CE-CERT sicher verwahrt und vorbereitet.

2.6 Ablauf des Emissionsprüfungsprozesses mit PEMS-System

Alle fünf getesteten Serienfahrzeuge wurden dem gleichen Verfahren unterzogen, um geeignete PEMS-Messungen durchzuführen. Ein Ablaufdiagramm der genauen Vorgehensweise für PEMS-Messungen in diesem Projekt ist in Abbildung 2-5 dargestellt. Zunächst wurde eine Adaption der Abgasverrohrung zwischen der meistens mehrflutigen Abgasanlage des Fahrzeuges und des EFMs realisiert. Als nächstes wurden alle Komponenten der Messsysteme (PEMS, FID, EFM, Messbatterie, Umrichter und Verkabelungen) am Fahrzeug installiert. Nach der Installation der Messsysteme wurde jeweils eine Inbetriebnahme zur Prüfung auf Fehlerfreiheit und Dichtheit der Abgasverrohrung durchgeführt. Im Anschluss an eine erfolgreich abgeschlossene Inbetriebnahme folgten die PEMS-Messungen. Dafür wurden für jeden Messtag eine Vorkalibrierung und eine Nachkalibrierung der Messtechnik durchgeführt, um

entsprechende Abweichungen der Analysatoren über den Messverlauf zu kompensieren. Die Messergebnisse wurden nach den PEMS-Messungen analysiert und dokumentiert. Den Abschluss der Messungen eines Fahrzeuges bildeten ein Korrelationstest auf dem Abgasrollenprüfstand und die Demontage der Messsysteme, sowie die Anfertigung eines Berichtes.

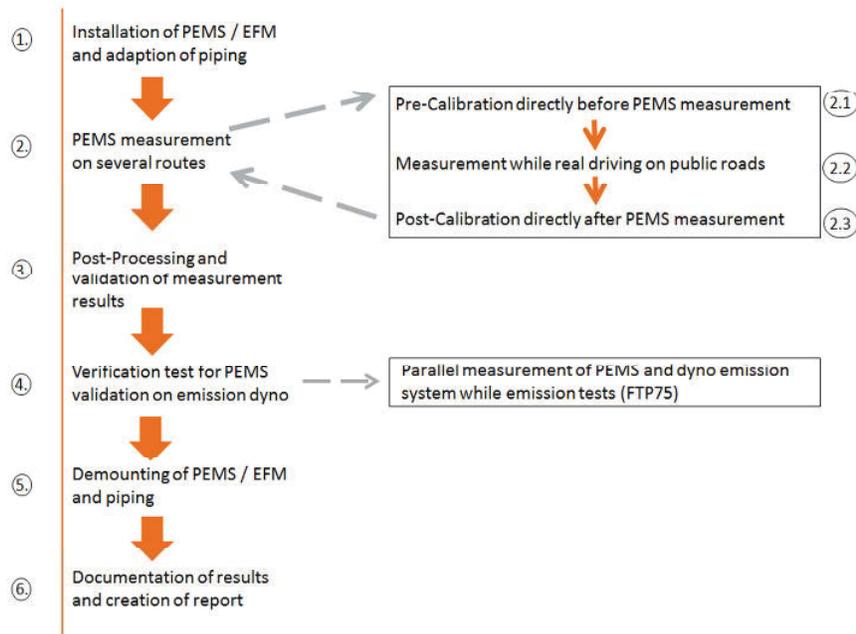


Abbildung 2-5: Prozessablauf bei PEMS-Messungen

2.7 Datenauswertung

Die Datenanalyse wurde mit "AVL CONCERTO FOR PEMS 4 R8.2" und die Nachbearbeitung der Daten mit "CONCERTO Workfile PEMS_Rel_10_B192" durchgeführt.

3 Messergebnisse

3.1 Gesamtübersicht aller Messungen

Die folgende Tabelle listet die Emissionen der jeweiligen Strecken und Fahrzeuge auf.

Tabelle 3-1: Überblick der Emissionen der PEMS-Messungen MJ2017

Cayenne Turbo S		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
28/10/17	LA Downtown	593,23	0,990	0,005	0,027	3221	15,52
28/10/17	Highway 1*	397,81	2,913	0,013	0,062	3527	45,94
02/11/17	Highway 2	411,31	2,806	0,018	0,055	4015	44,16
27/10/17	Mt. Baldy	526,07	4,419	0,034	0,115	5639	43,88
04/11/17	FTP75 (PEMS)	488,14	0,379	0,030	n.a.	2532	10,75
04/11/17	FTP75 (Dyno)	504,56	0,449	0,029	0,041		

Cayenne Turbo S (2)**		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
01/12/17	LA Downtown	654,58	0,852	0,006	0,006	3600	15,46
01/12/17	Highway	521,81	1,155	0,016	0,036	6257	43,97
30/11/17	Mt. Baldy	556,50	4,515	0,020	0,137	5403	43,72
07/12/17	FTP75 (PEMS)	508,90	0,691	0,008	0,057	2495	10,74
07/12/17	FTP75 (Dyno)	525,44	0,809	0,020	0,056		

Macan		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
08/11/17	LA Downtown 1*	404,48	0,305	0,008	0,003	3130	17,56
09/11/17	LA Downtown 2	463,74	0,105	0,024	0,001	3698	15,92
08/11/17	Highway	338,27	0,157	0,006	0,006	3098	45,14
08/11/17	Mt. Baldy	417,89	0,162	0,031	0,009	6414	44,82
10/11/17	FTP75 (PEMS)	375,32	0,199	0,012	0,018	2506	11,08
10/11/17	FTP75 (Dyno)	357,49	0,221	0,010	0,018		

*: Abweichungen zwischen der gefahrenen und der geplanten Route

** : Wiederholung der Messungen durch ausfallbedingten Tausch des FID-Moduls

Macan GTS		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
11/11/17	LA Downtown	600,98	0,282	0,011	0,002	4113	15,75
11/11/17	Highway	427,67	0,585	0,009	0,009	4979	44,88
13/11/17	Mt. Baldy	490,94	0,879	0,058	0,038	5341	44,62
15/11/17	FTP75 (PEMS)	471,65	0,587	0,020	0,035	2511	10,95
15/11/17	FTP75 (Dyno)	447,54	0,565	0,017	0,028		

911 Carrera***		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
18/11/17	LA Downtown 1*	492,75	0,004	0,008	n.a.	4691	16,02
22/11/17	LA Downtown 2*	658,24	0,002	0,025	n.a.	3097	15,53
22/11/17	LA Downtown 3	578,17	0,001	0,028	n.a.	2772	15,71
18/11/17	Highway 1	341,30	0,049	0,014	n.a.	3771	45,09
22/11/17	Highway 2	309,42	0,046	0,014	n.a.	2817	44,85
18/11/17	Mt. Baldy 1	373,11	0,289	0,034	n.a.	5152	44,69
23/11/17	Mt. Baldy 2	330,75	0,202	0,034	n.a.	4822	44,50
22/11/17	FTP75 (PEMS)	313,94	0,163	0,032	n.a.	2490	10,93
22/11/17	FTP75 (Dyno)	339,58	0,222	0,036	0,054		

Panamera Turbo		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
27/11/17	LA Downtown	507,03	0,000	0,012	0,000	3218	15,51
27/11/17	Highway	354,44	0,162	0,008	0,008	3727	44,22
23/11/17	Mt. Baldy	491,67	0,141	0,019	0,014	4705	43,80
29/11/17	FTP75 (PEMS)	418,16	0,041	0,032	0,031	2507	10,74
29/11/17	FTP75 (Dyno)	410,87	0,060	0,040	0,036		

*: Abweichungen zwischen der gefahrenen und der geplanten Route

***: Wiederholung aller Messungen (Kennzeichnung 2 oder 3) infolge von Reparaturarbeiten an der Gas PEMS nach den Messungen (1)

3.2 Cayenne Turbo S

Die folgende Tabelle fasst die Emissionsmessungen des Fahrzeuges Cayenne Turbo S zusammen.

Tabelle 3-2: Emissionsübersicht Porsche - Cayenne Turbo S

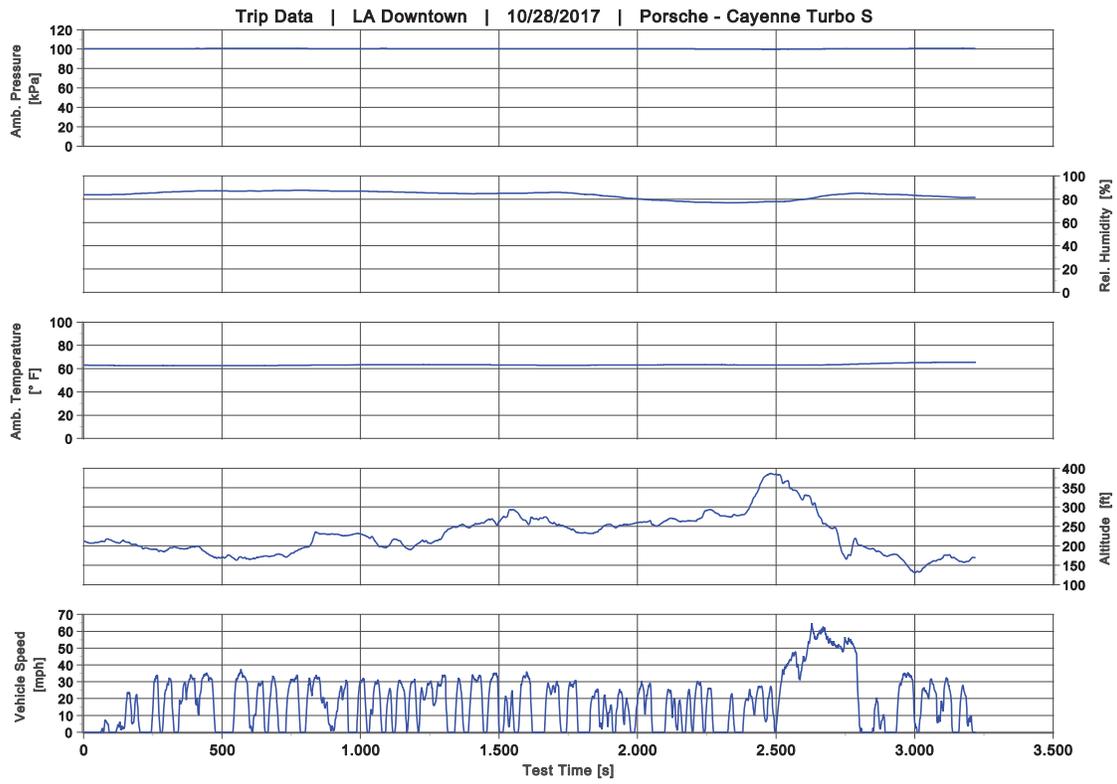
Cayenne Turbo S		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
28/10/17	LA Downtown	593,23	0,990	0,005	0,027	3221	15,52
28/10/17	Highway 1*	397,81	2,913	0,013	0,062	3527	45,94
02/11/17	Highway 2	411,31	2,806	0,018	0,055	4015	44,16
27/10/17	Mt. Baldy	526,07	4,419	0,034	0,115	5639	43,88
04/11/17	FTP75 (PEMS)	488,14	0,379	0,030	n.a.	2532	10,75
04/11/17	FTP75 (Dyno)	504,56	0,449	0,029	0,041		

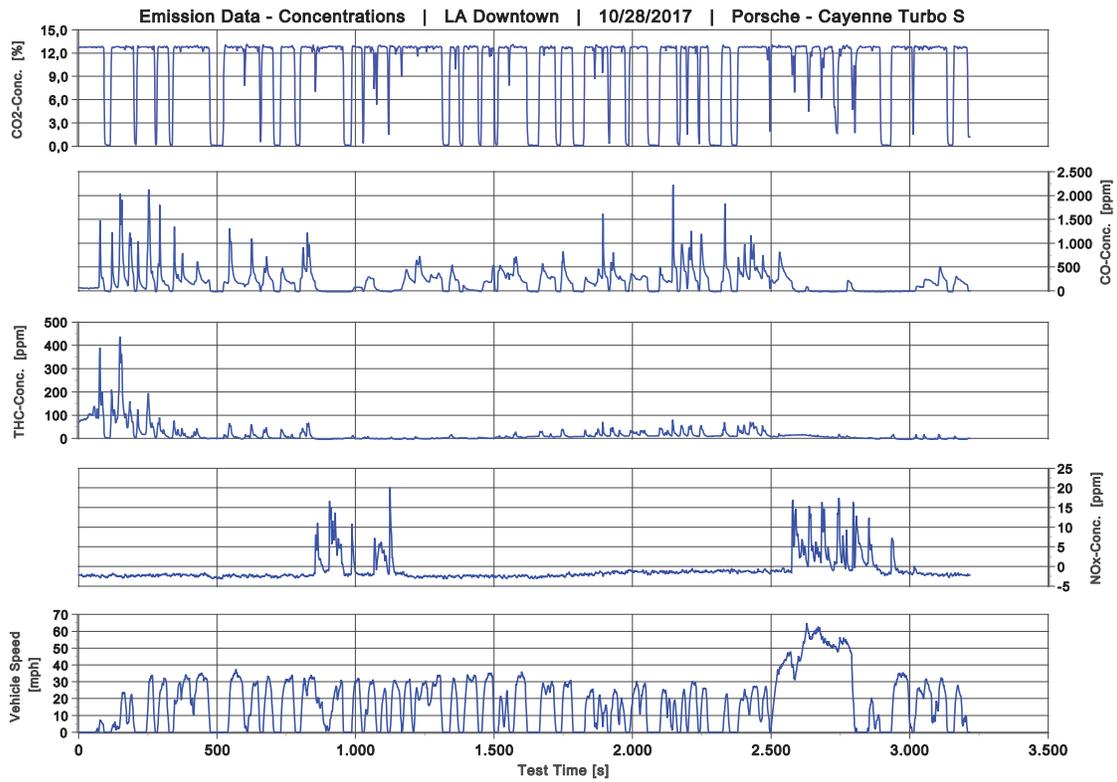
*: Abweichungen zwischen der gefahrenen und der geplanten Route

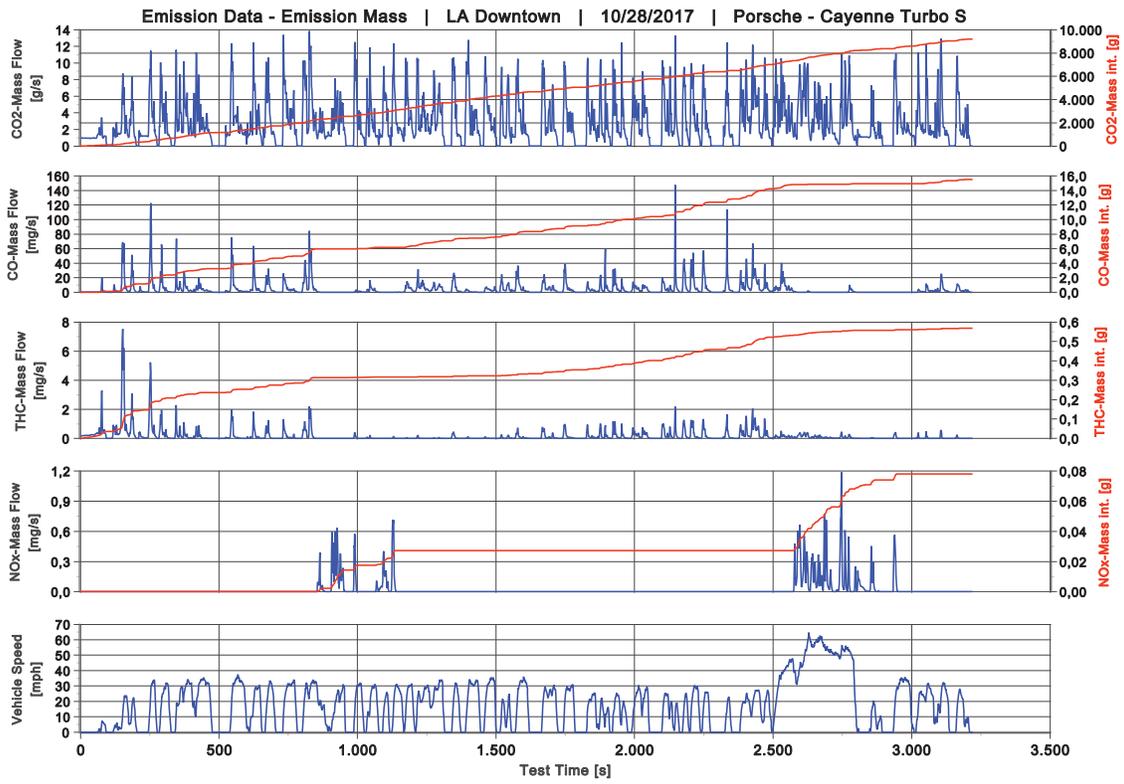
3.2.1 LA Downtown

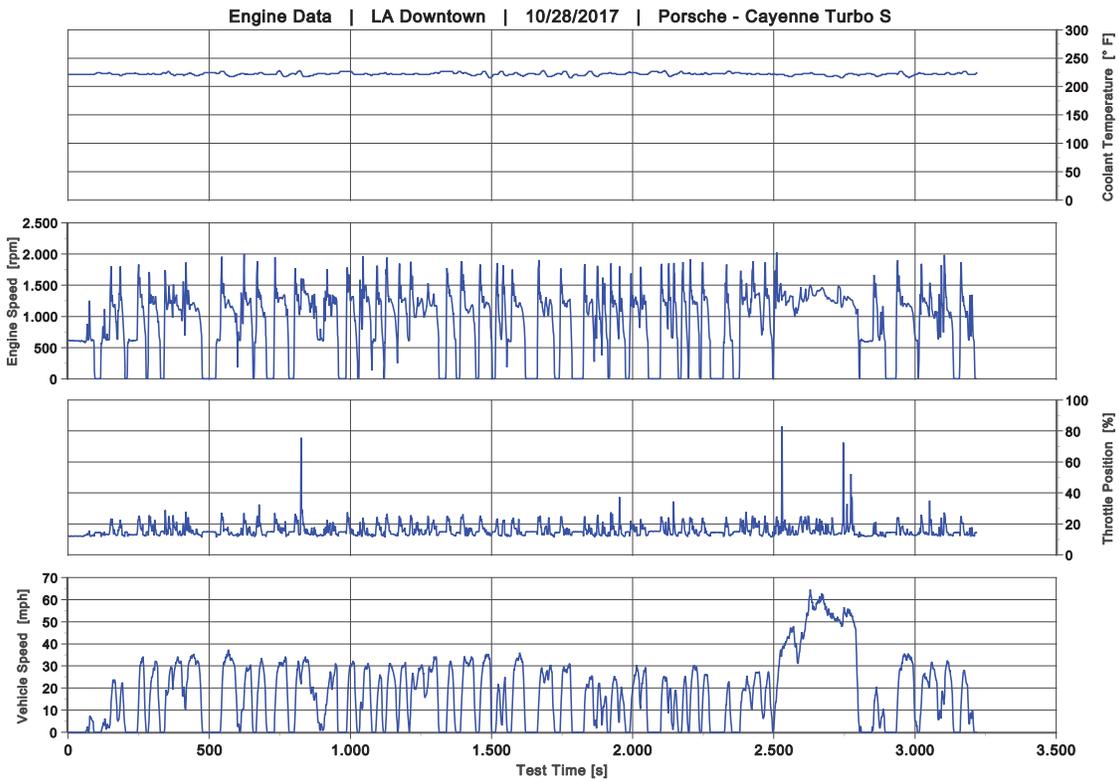
Tabelle 3-3: Zusammenfassung LA Downtown Porsche - Cayenne Turbo S

Test Data			
Test Name:	2017-10-28 Cayenne-Turbo-S LA-Downtown		
Department:	MBtech	Test Date:	10/28/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	419
Vehicle Modell:	Cayenne Turbo S	Nominal Torque [Nm]:	800
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 1800
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	593,23	
CO	[g/mi]	0,990	
NO _x	[g/mi]	0,005	
THC	[g/mi]	0,027	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	3221	
Distance	[mi]	15,52	
Average Speed	[mph]	17,3	
Average Ambient Temperature	[°F]	63,3	









3.2.2 Highway (1)

Tabelle 3-4: Zusammenfassung Highway (1) Porsche - Cayenne Turbo S

Test Data			
Test Name:	2017-10-28 Cayenne-Turbo-S Highway1		
Department:	MBtech	Test Date:	10/28/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	419
Vehicle Modell:	Cayenne Turbo S	Nominal Torque [Nm]:	800
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 1800
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	397,81	
CO	[g/mi]	2,913	
NO _x	[g/mi]	0,013	
THC	[g/mi]	0,062	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	3527	
Distance	[mi]	45,94	
Average Speed	[mph]	46,9	
Average Ambient Temperature	[°F]	67,6	

Routenabweichung:

Die Abweichung von der Originalstrecke trat im Zeitfenster 1072 – 1424s auf.

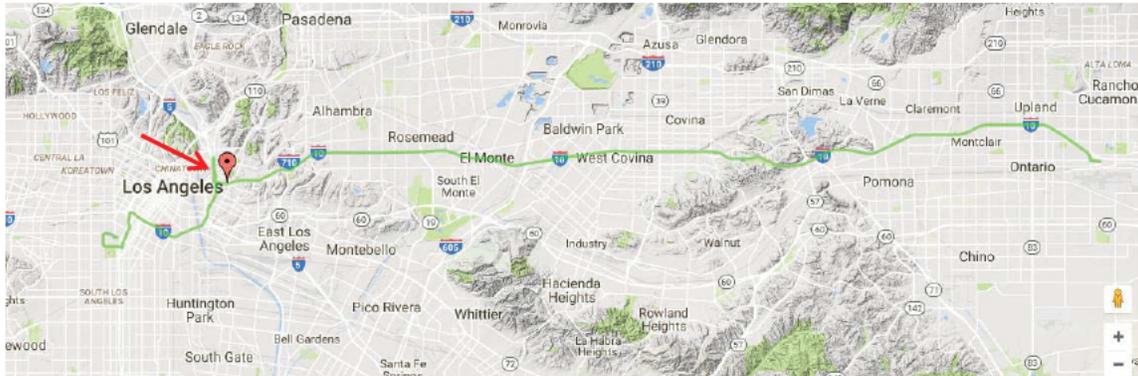


Abbildung 3-1: Abweichungen der Highway (1) Route beim Cayenne Turbo S

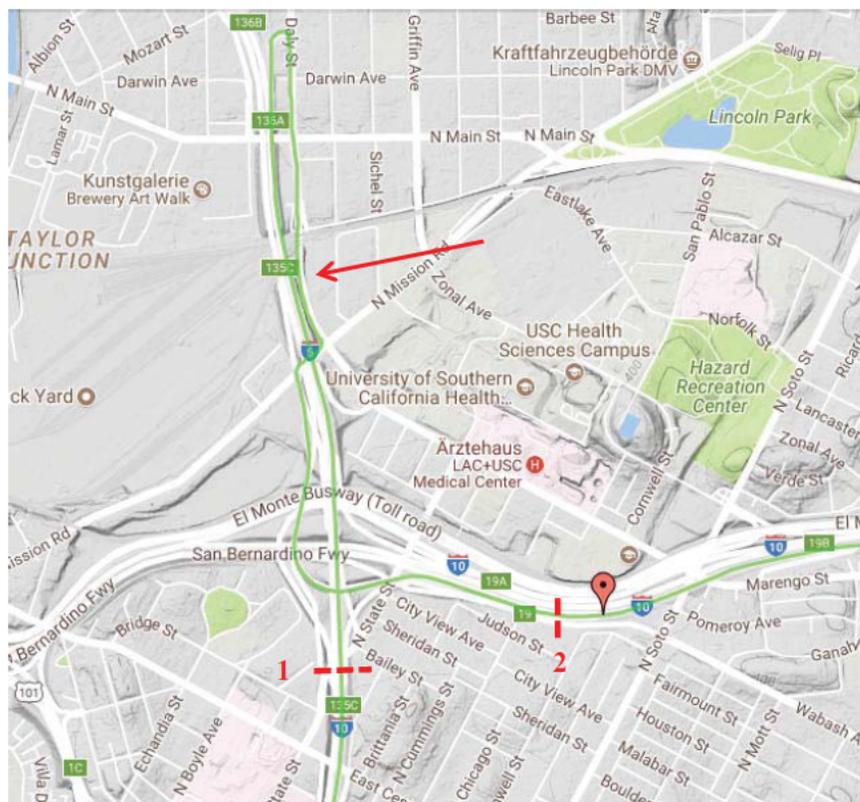
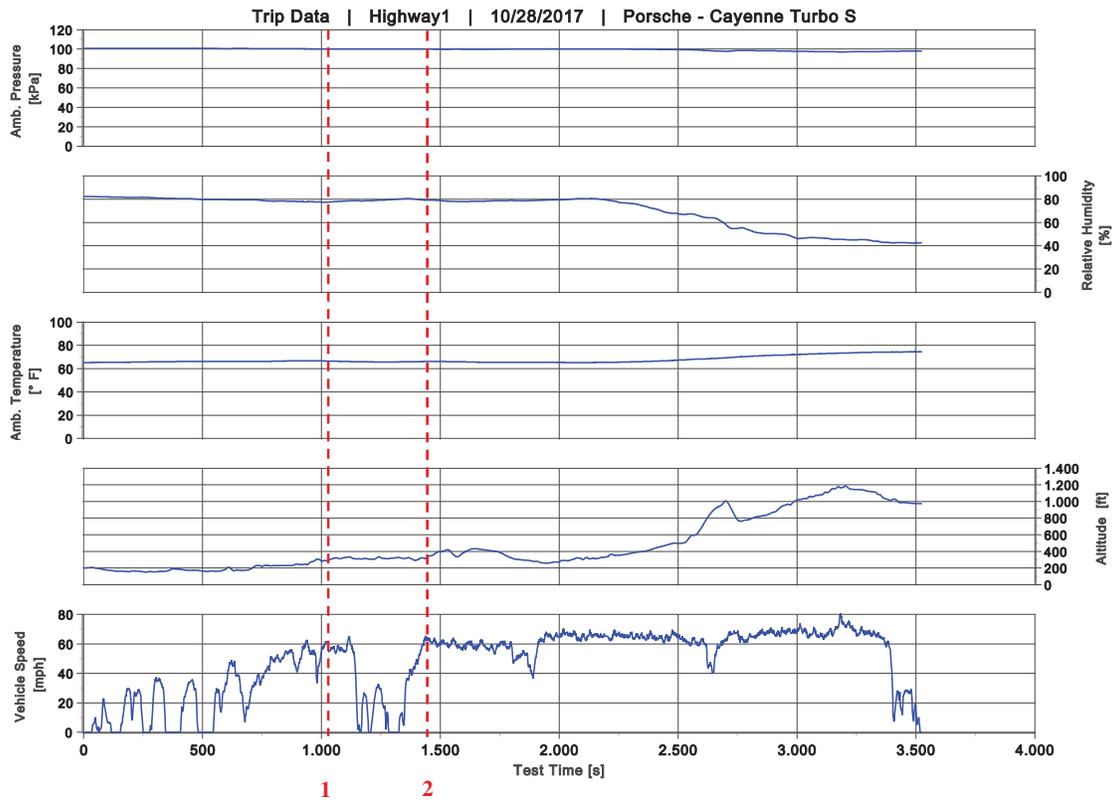
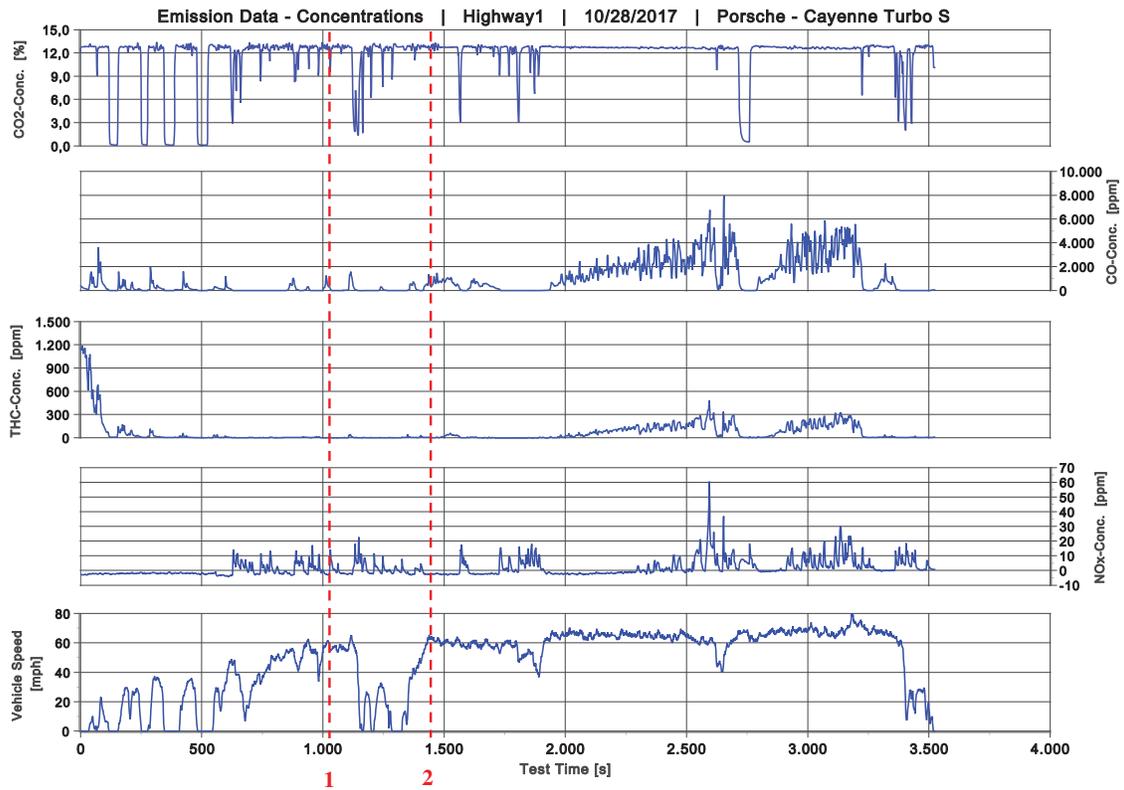
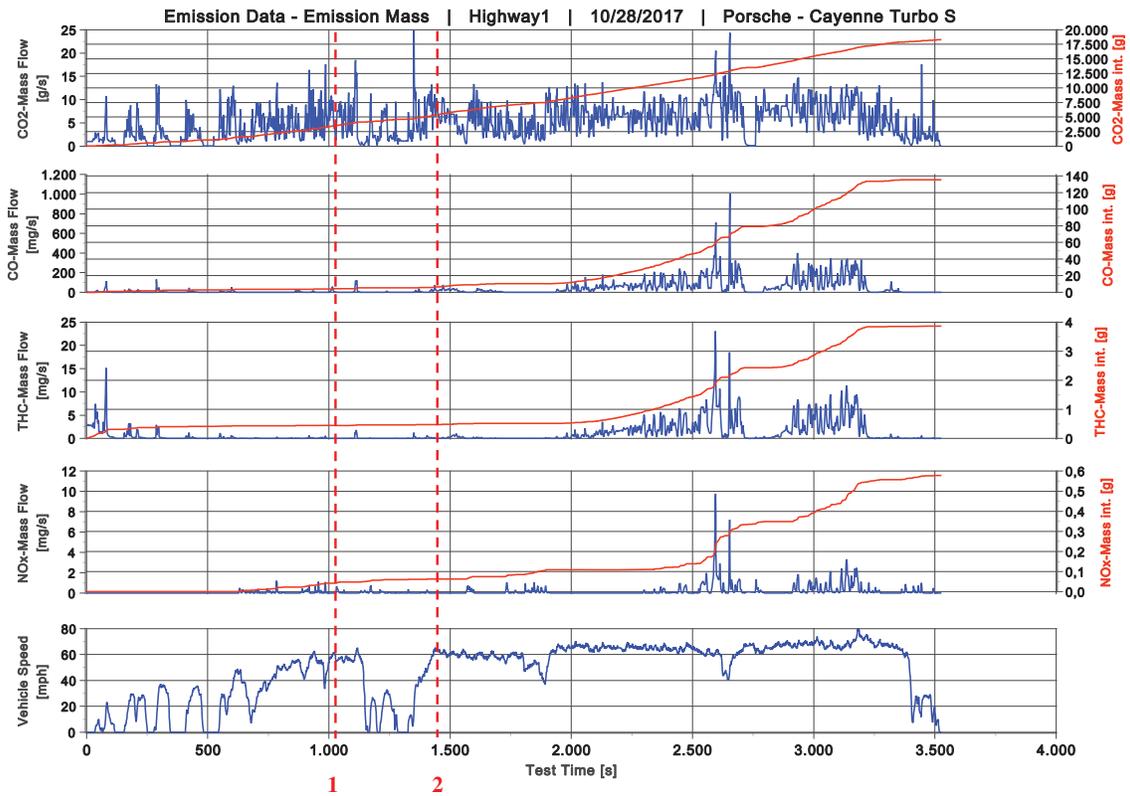
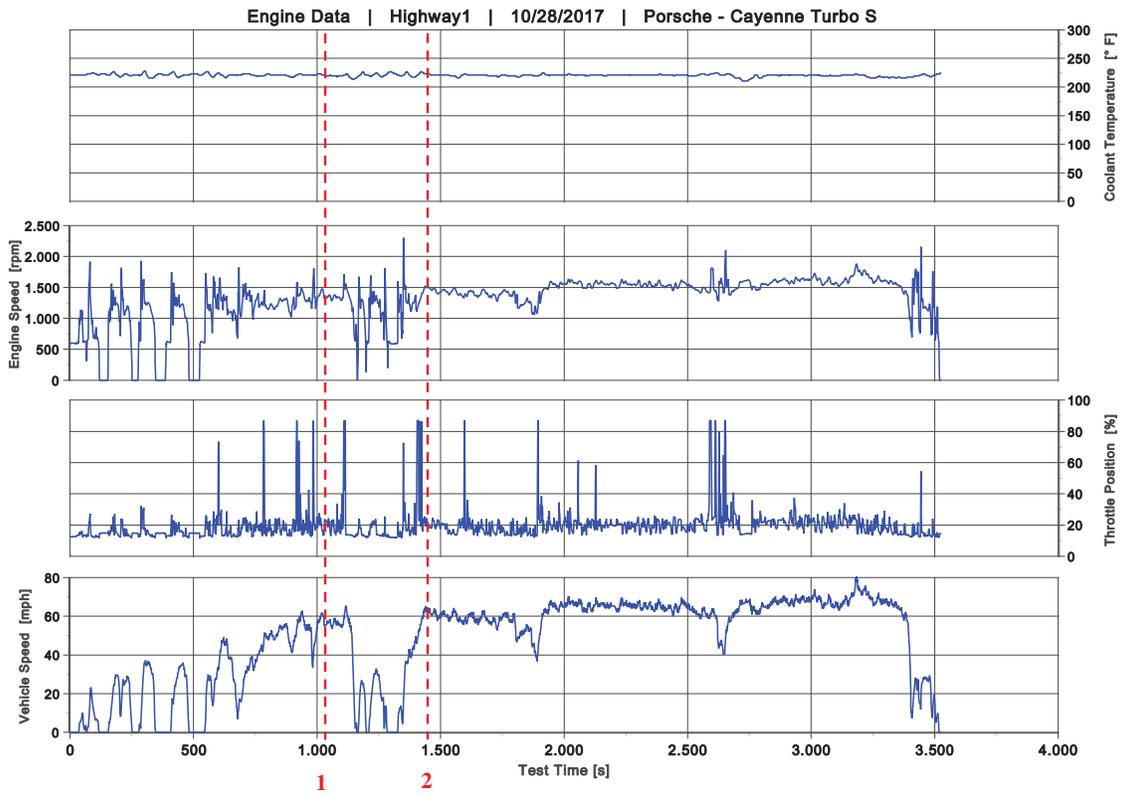


Abbildung 3-2: Detaillierte Abweichung Highway (1) Route beim Cayenne Turbo S





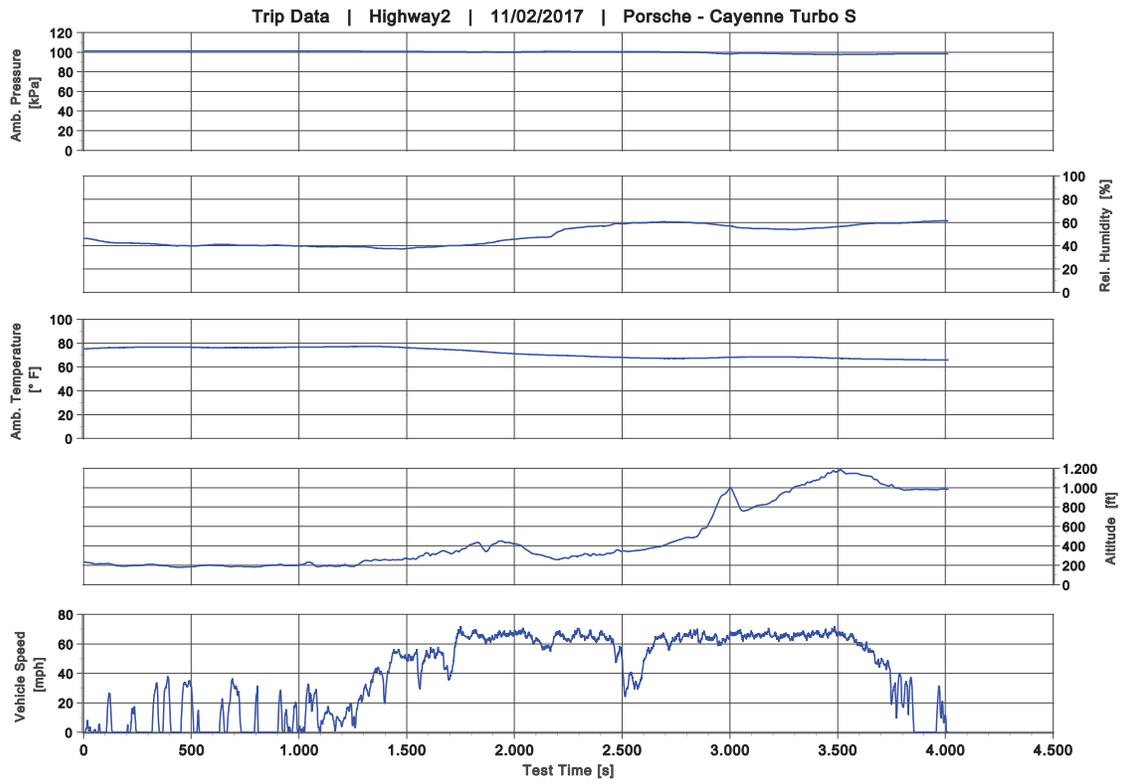


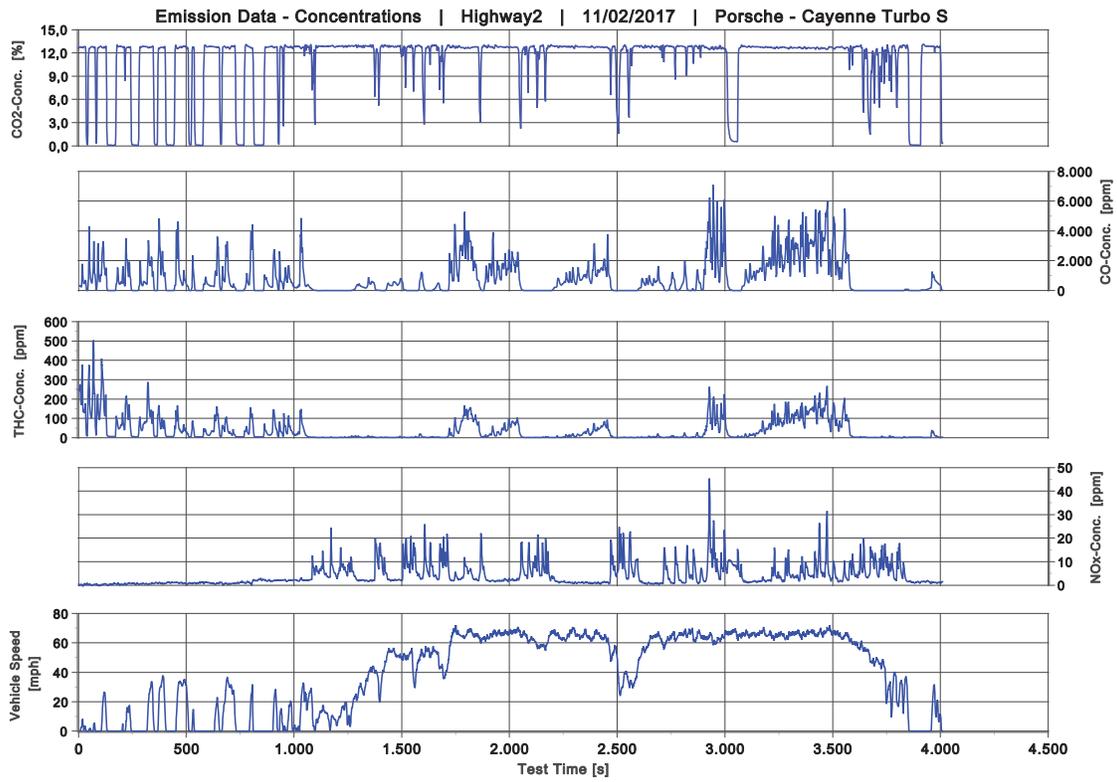


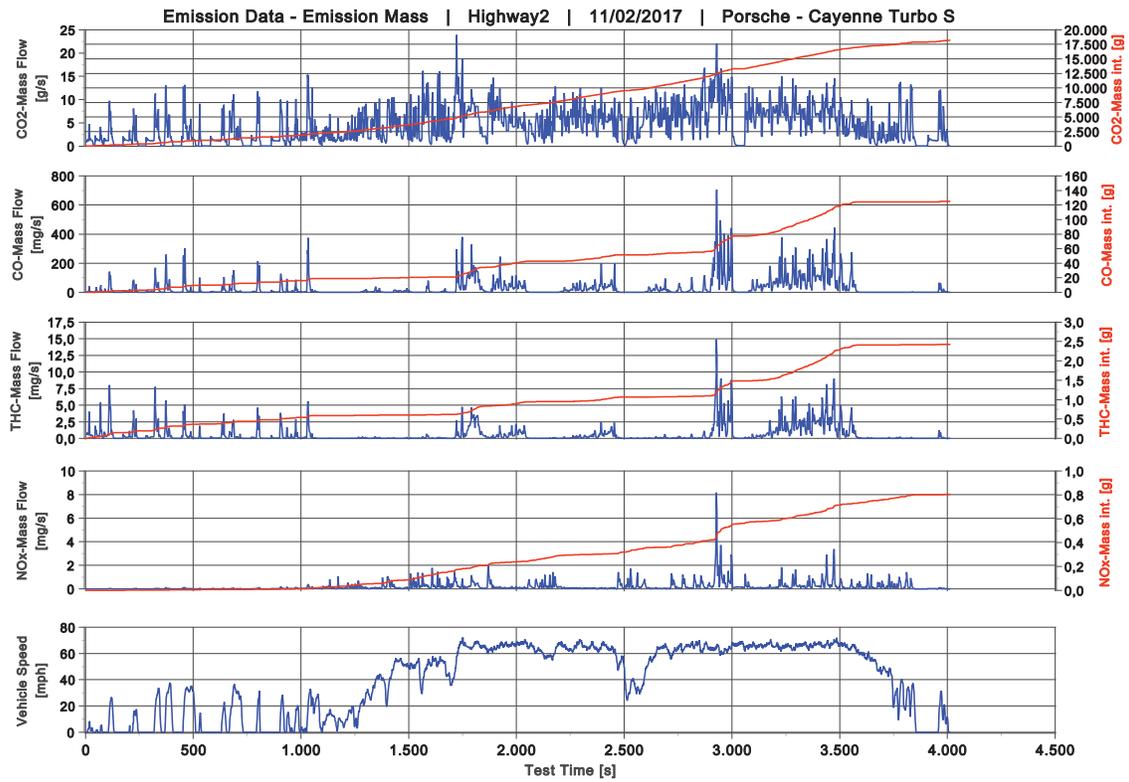
3.2.3 Highway (2)

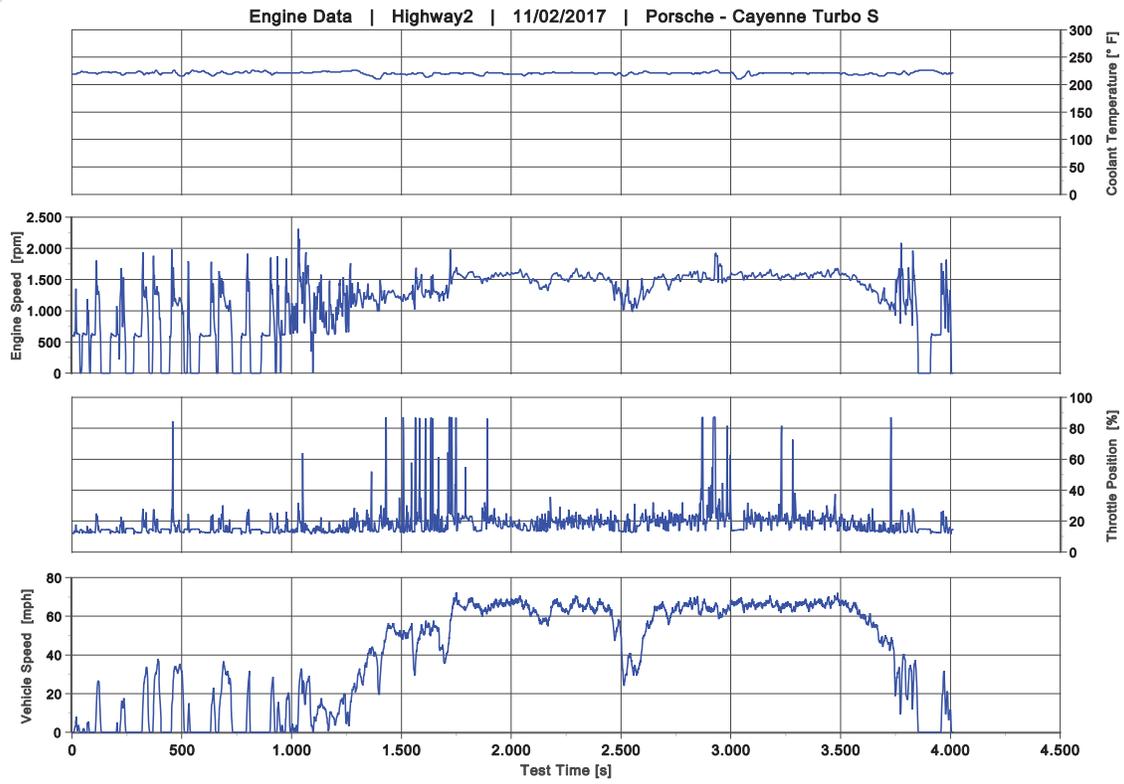
Tabelle 3-5: Zusammenfassung Highway (2) Porsche - Cayenne Turbo S

Test Data			
Test Name:	2017-11-02 Cayenne-Turbo-S Highway2		
Department:	MBtech	Test Date:	11/02/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	419
Vehicle Modell:	Cayenne Turbo S	Nominal Torque [Nm]:	800
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 1800
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	411,31	
CO	[g/mi]	2,806	
NO _x	[g/mi]	0,018	
THC	[g/mi]	0,055	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	4015	
Distance	[mi]	44,16	
Average Speed	[mph]	39,6	
Average Ambient Temperature	[°F]	71,8	







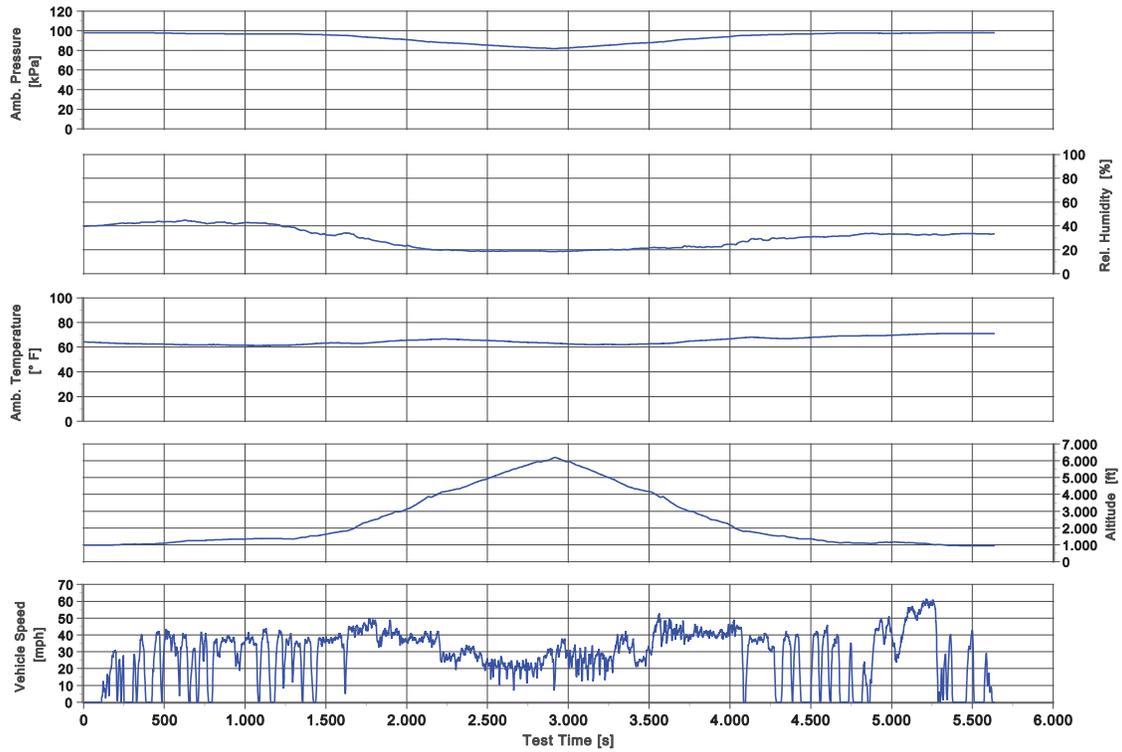


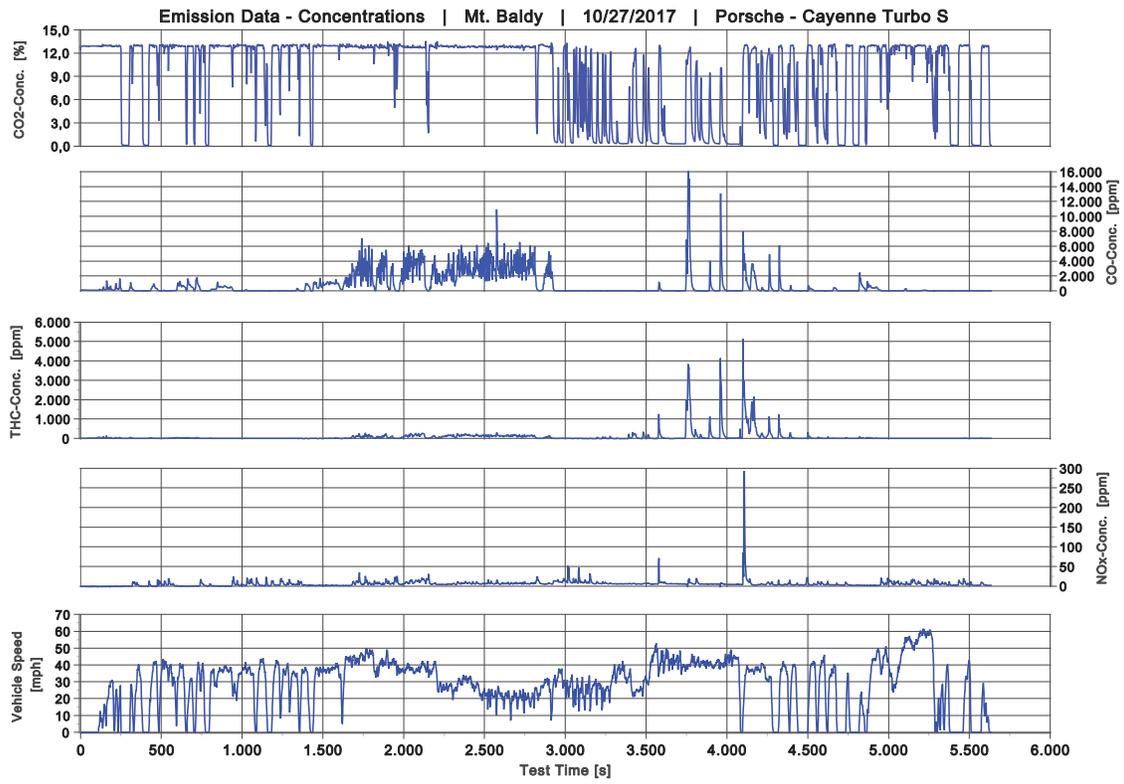
3.2.4 Mt. Baldy

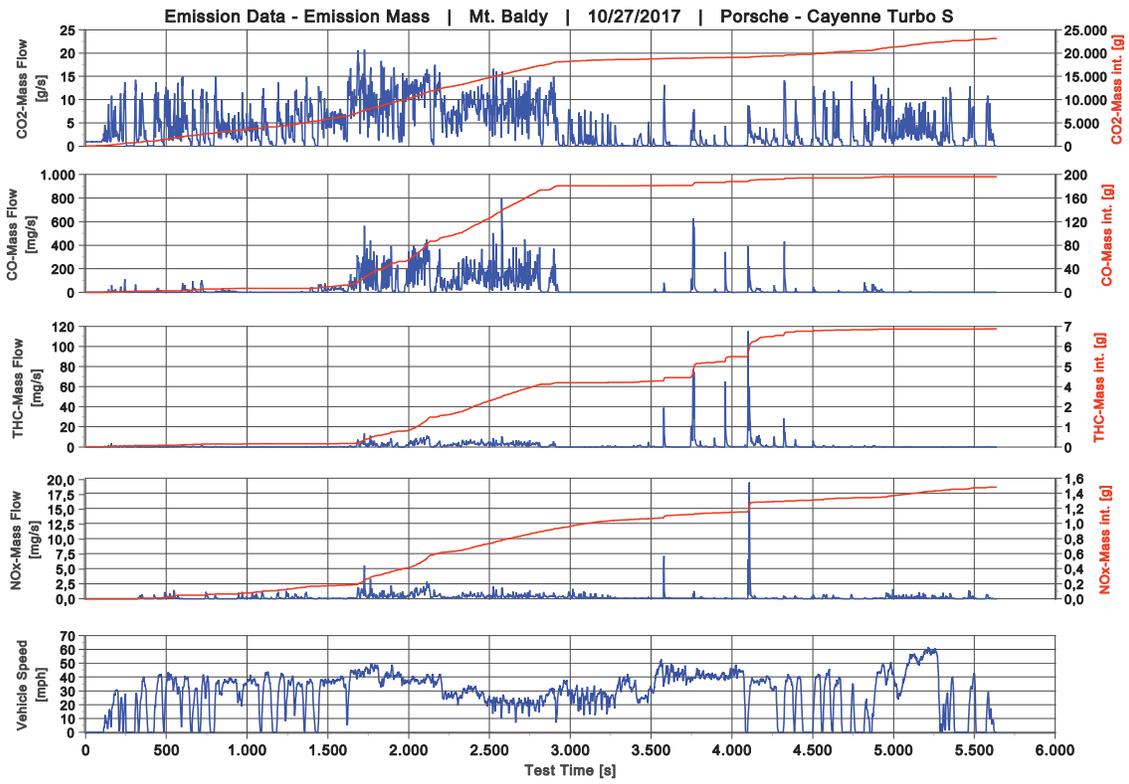
Tabelle 3-6: Zusammenfassung Mt. Baldy Porsche - Cayenne Turbo S

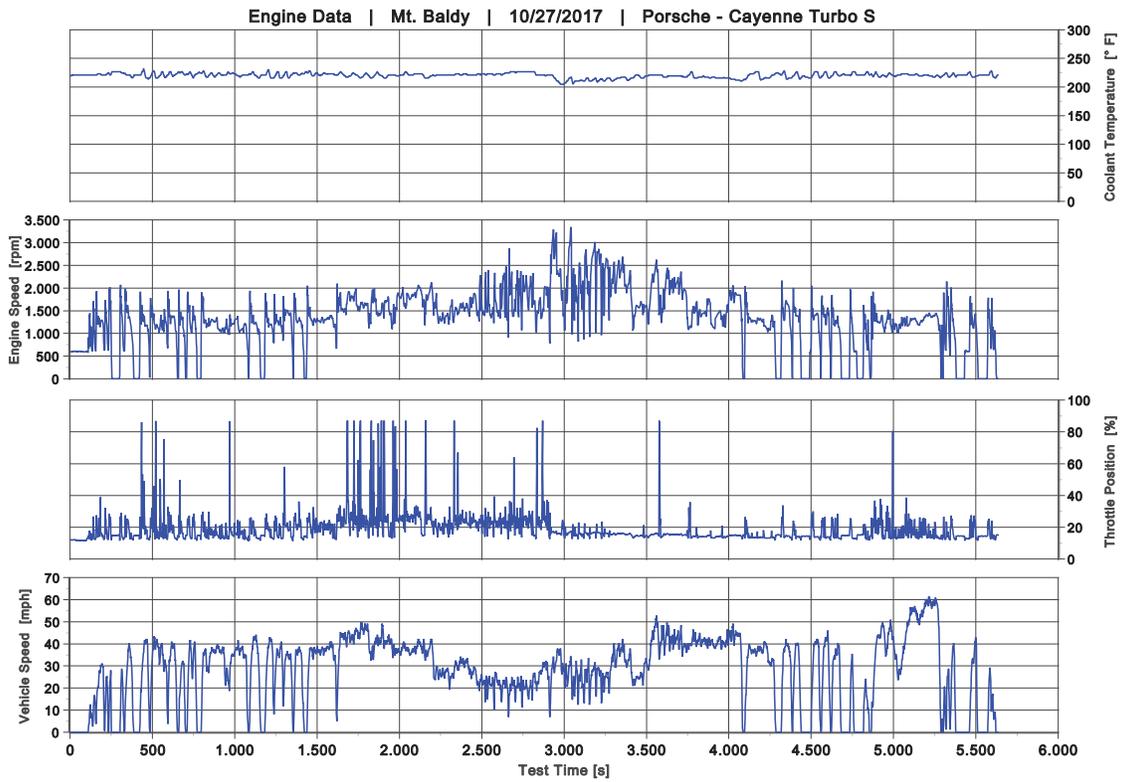
Test Data			
Test Name:	2017-10-27 Cayenne-Turbo-S Mt.-Baldy		
Department:	MBtech	Test Date:	10/27/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	419
Vehicle Modell:	Cayenne Turbo S	Nominal Torque [Nm]:	800
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 1800
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	526,07	
CO	[g/mi]	4,419	
NO _x	[g/mi]	0,034	
THC	[g/mi]	0,115	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	5639	
Distance	[mi]	43,88	
Average Speed	[mph]	28,0	
Average Ambient Temperature	[°F]	65,1	

Trip Data | Mt. Baldy | 10/27/2017 | Porsche - Cayenne Turbo S









3.3 Cayenne Turbo S (2)

Die folgende Tabelle fasst die Wiederholungsmessungen des Cayenne Turbo S zusammen. Die Wiederholung der Messungen war notwendig, da das FID-Modul beim ersten FTP75 ausfiel und der Tausch des Moduls die Wiederholung der kompletten Messreihe erforderte.

Tabelle 3-7: Emissionsüberblick Wiederholung Porsche - Cayenne Turbo S (2)

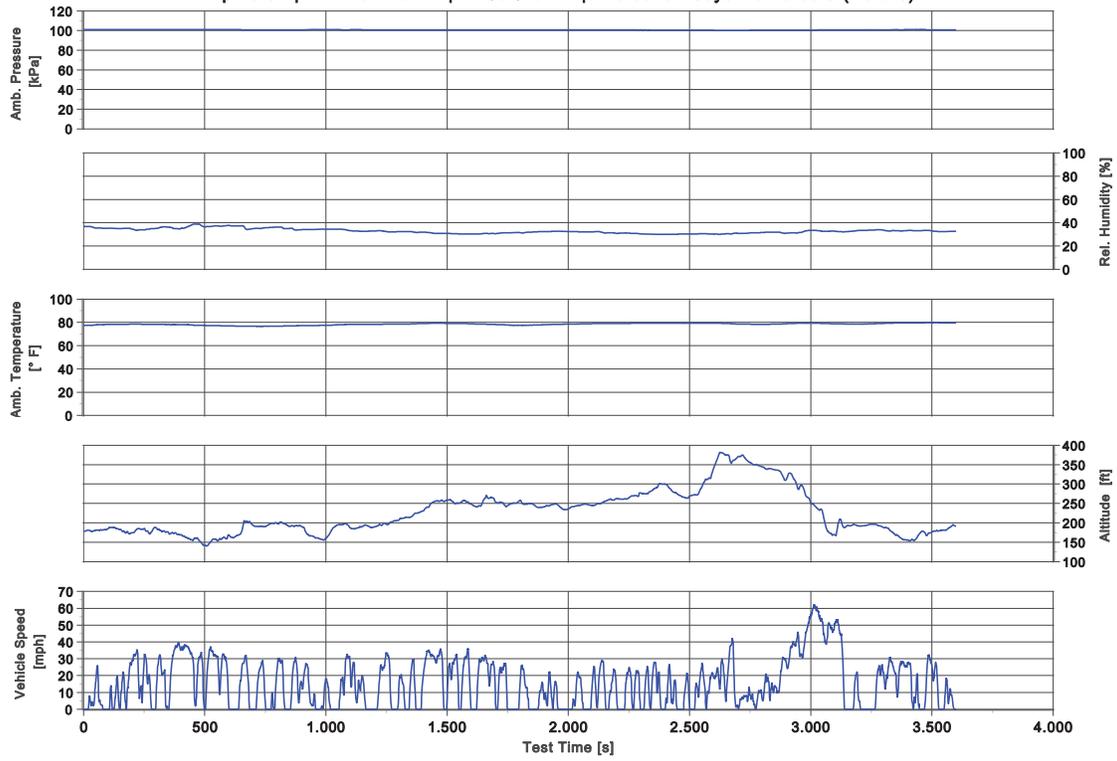
Cayenne Turbo S (2)		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
01/12/17	LA Downtown	654,58	0,852	0,006	0,006	3600	15,46
01/12/17	Highway	521,81	1,155	0,016	0,036	6257	43,97
30/11/17	Mt. Baldy	556,50	4,515	0,020	0,137	5403	43,72
07/12/17	FTP75 (PEMS)	508,90	0,691	0,008	0,057	2495	10,74
07/12/17	FTP75 (Dyno)	525,44	0,809	0,020	0,056		

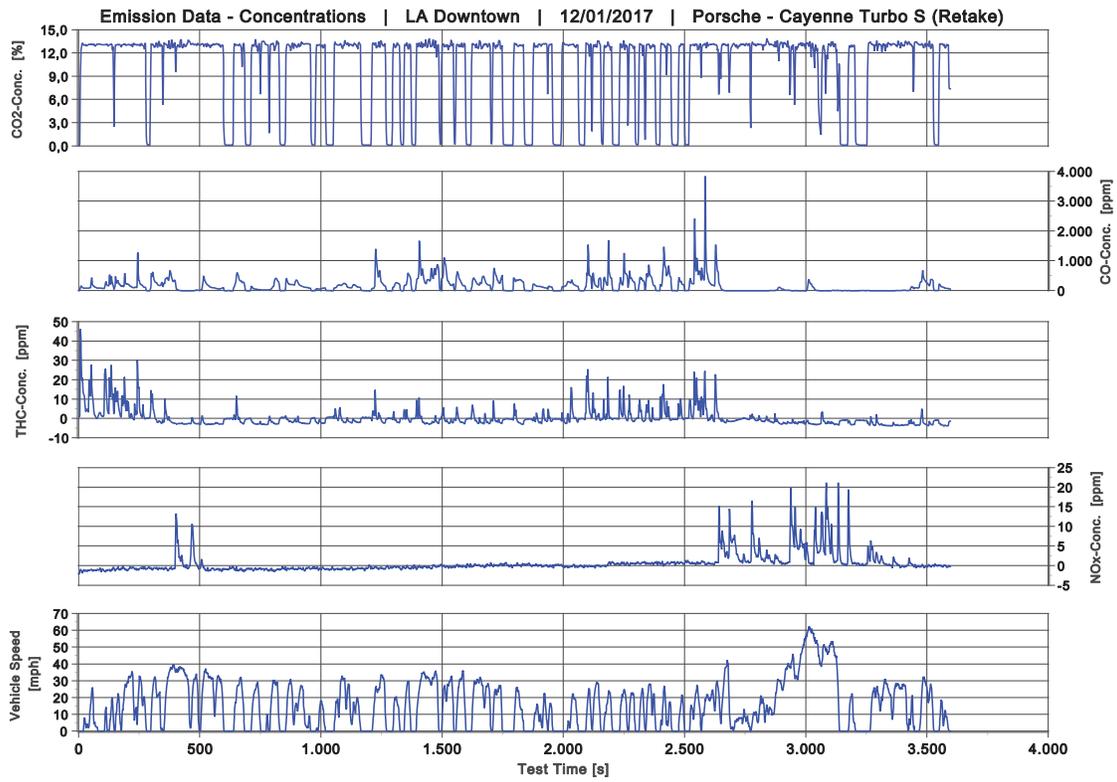
3.3.1 LA Downtown

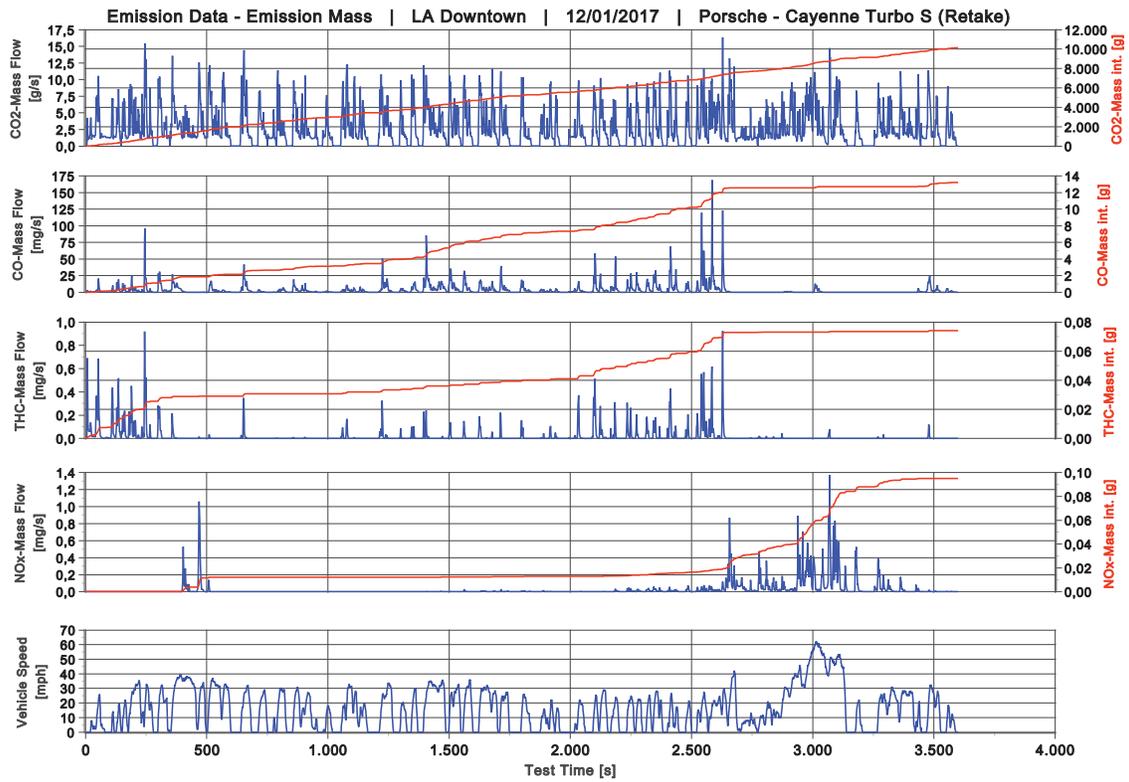
Tabelle 3-8: Zusammenfassung LA Downtown Porsche - Cayenne Turbo S (2)

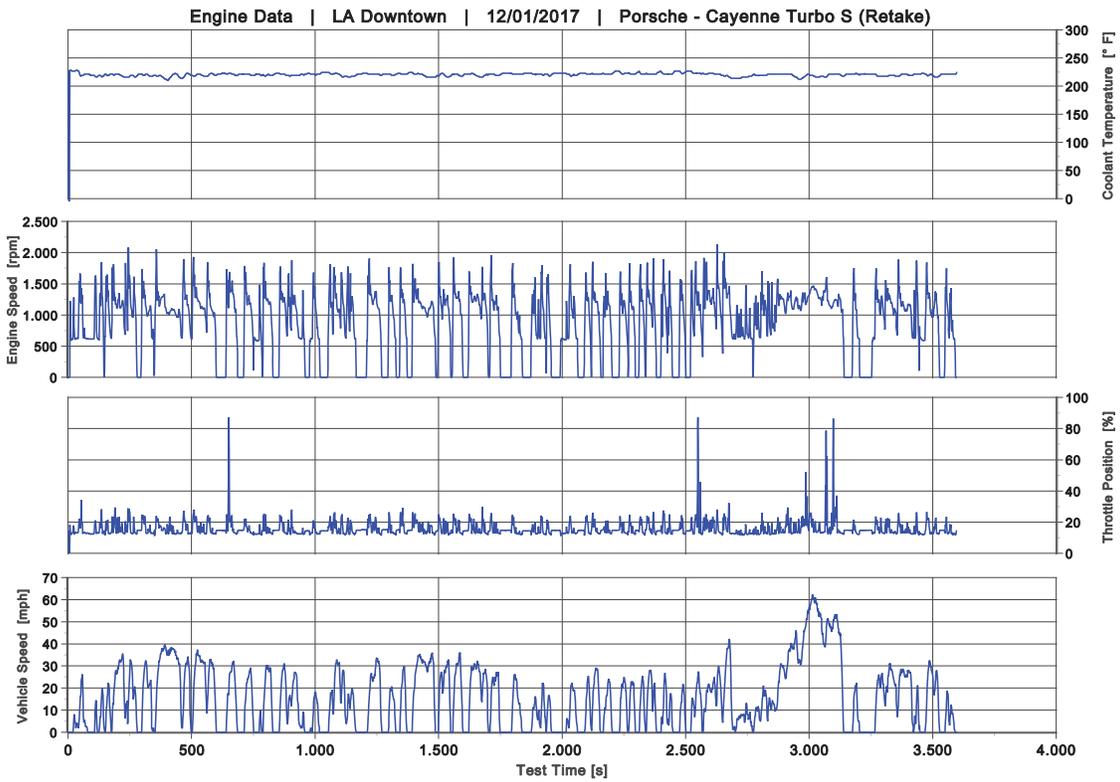
Test Data			
Test Name:	2017-12-01 Cayenne-Turbo-S-2 LA-Downtown		
Department:	MBtech	Test Date:	12/01/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	419
Vehicle Modell:	Cayenne Turbo S	Nominal Torque [Nm]:	800
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 2200
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	654,58	
CO	[g/mi]	0,852	
NO _x	[g/mi]	0,006	
THC	[g/mi]	0,006	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	3600	
Distance	[mi]	15,46	
Average Speed	[mph]	15,5	
Average Ambient Temperature	[°F]	78,4	

Trip Data | LA Downtown | 12/01/2017 | Porsche - Cayenne Turbo S (Retake)





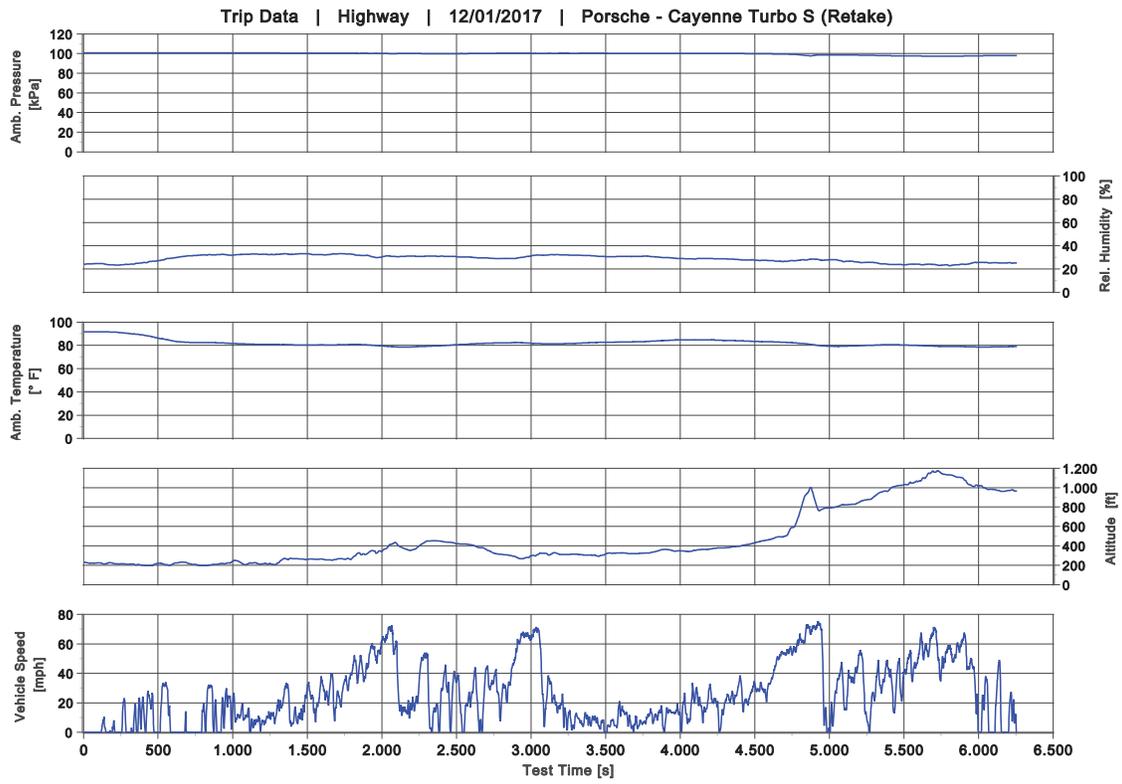


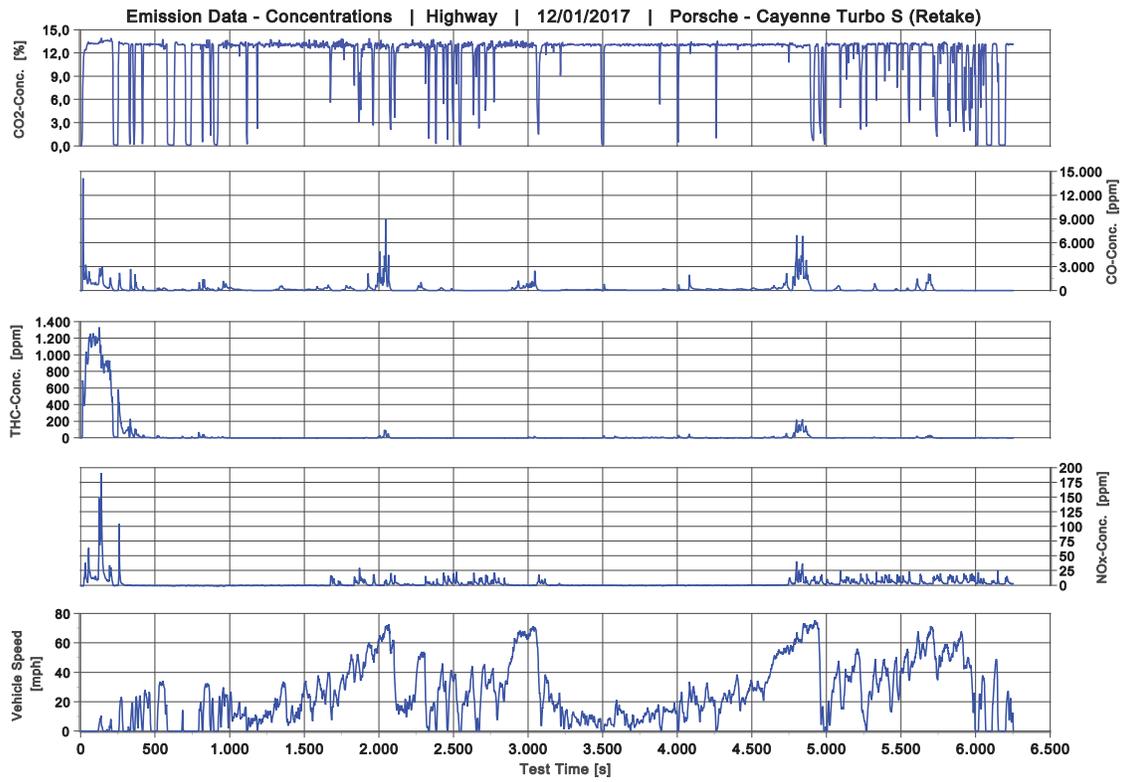


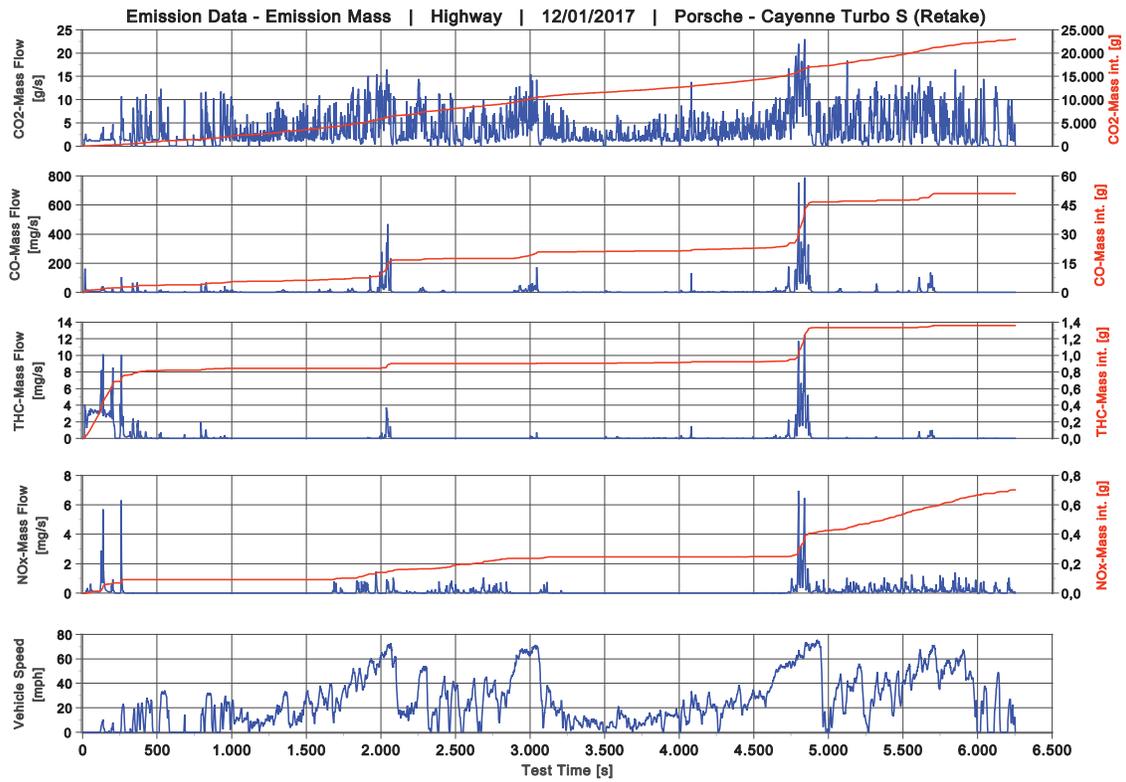
3.3.2 Highway

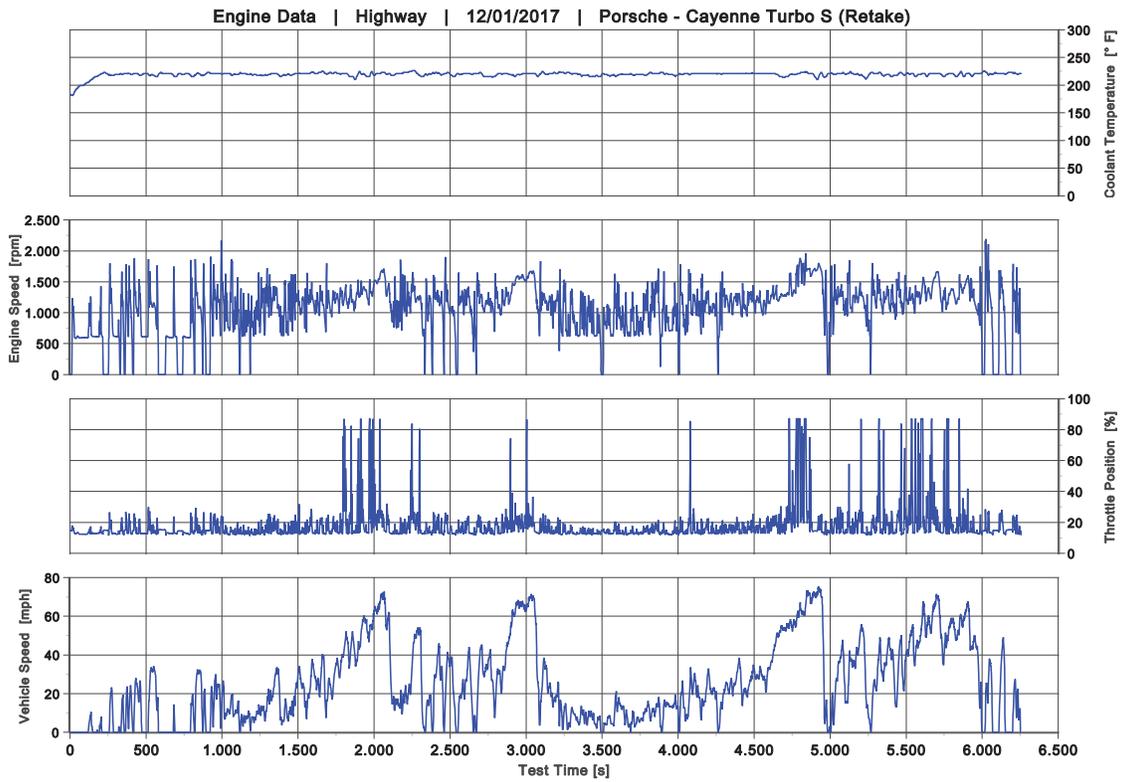
Tabelle 3-9: Zusammenfassung Highway Porsche - Cayenne Turbo S (2)

Test Data			
Test Name:	2017-12-01 Cayenne-Turbo-S-2 Highway		
Department:	MBtech	Test Date:	12/01/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	419
Vehicle Modell:	Cayenne Turbo S	Nominal Torque [Nm]:	800
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 2200
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	521,81	
CO	[g/mi]	1,155	
NO _x	[g/mi]	0,016	
THC	[g/mi]	0,036	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	6257	
Distance	[mi]	43,97	
Average Speed	[mph]	25,3	
Average Ambient Temperature	[°F]	82,0	





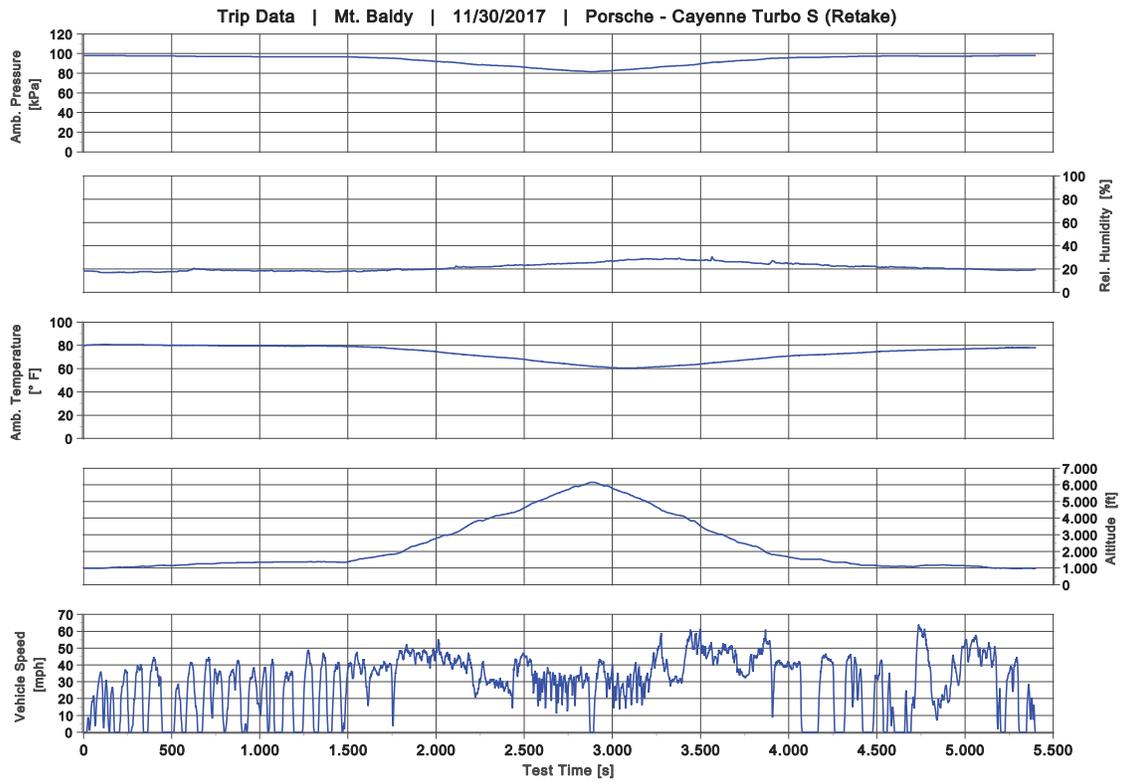


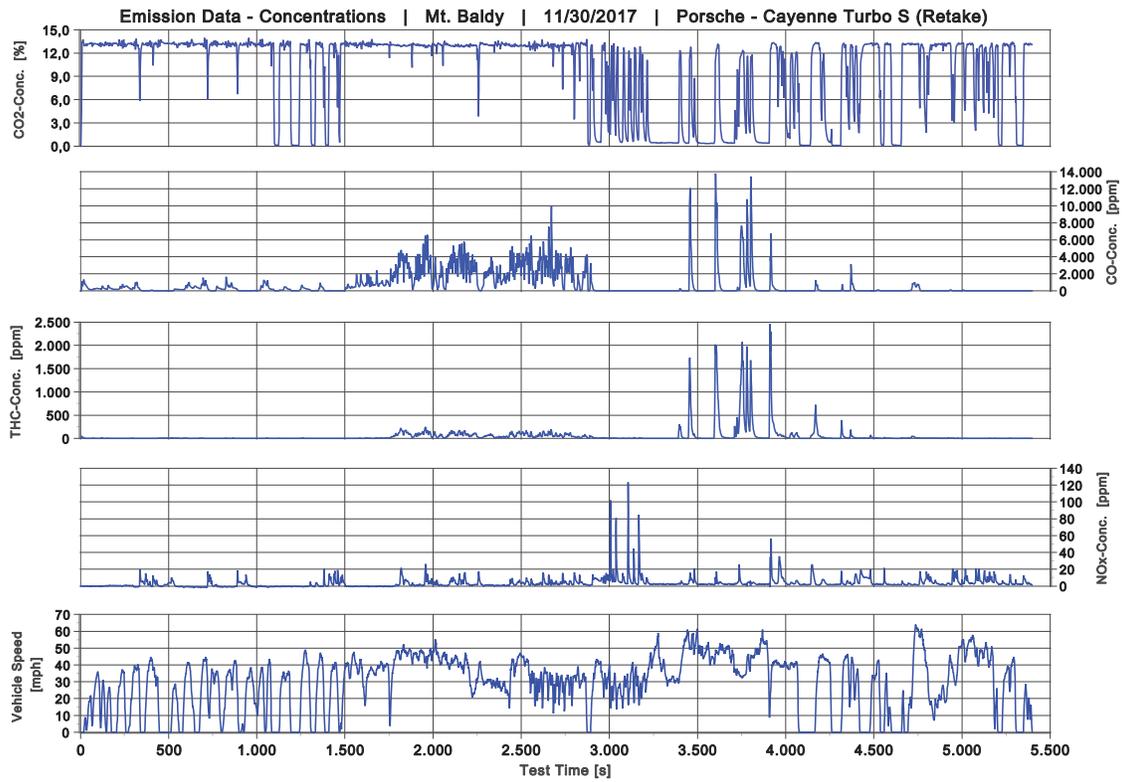


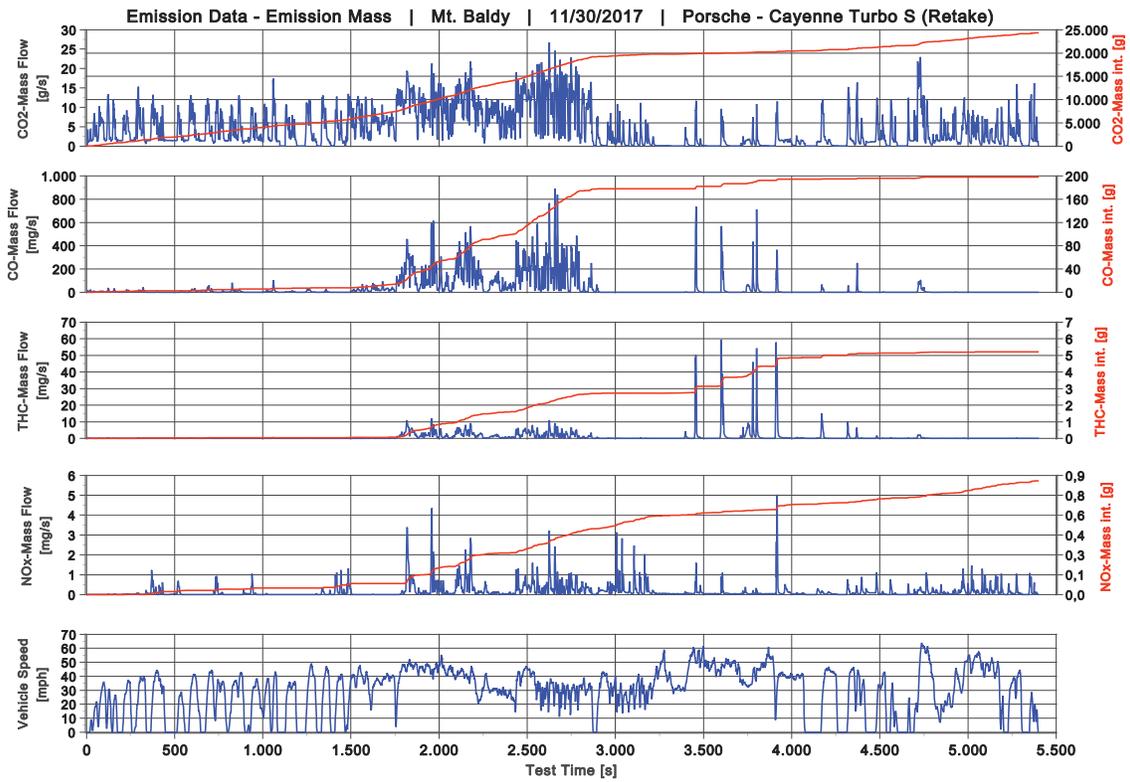
3.3.3 Mt. Baldy

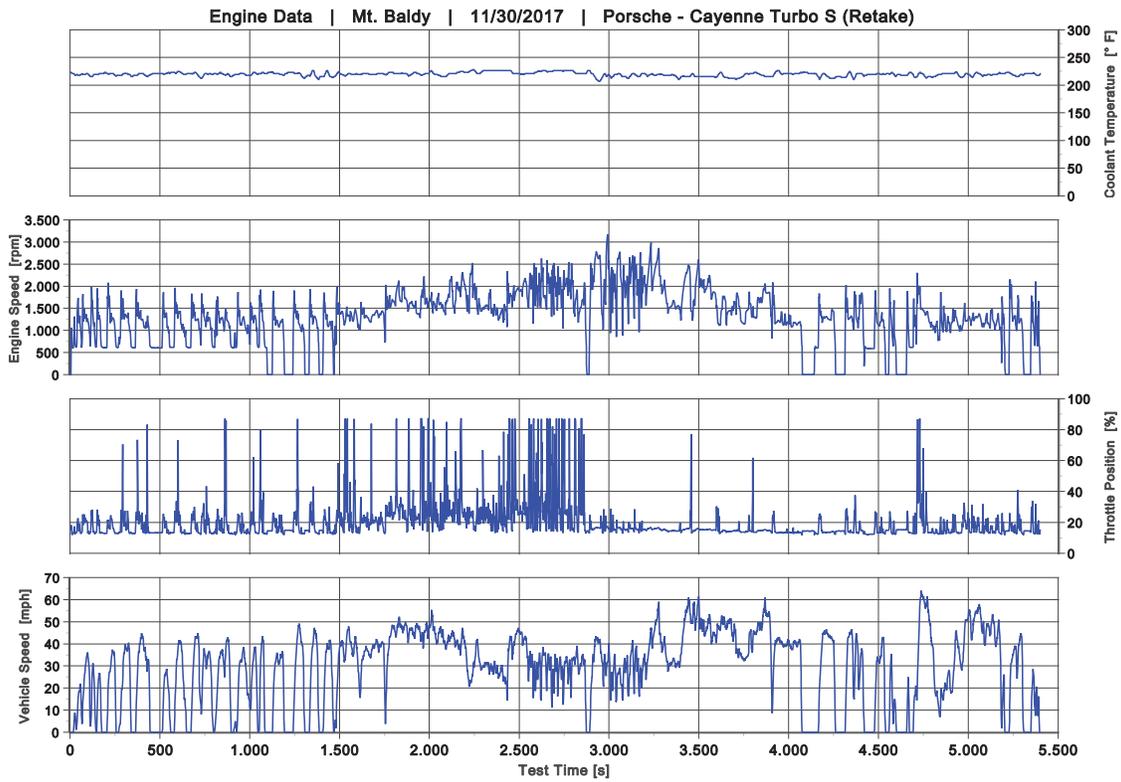
Tabelle 3-10: Zusammenfassung Mt. Baldy Porsche - Cayenne Turbo S (2)

Test Data			
Test Name:	2017-11-30 Cayenne-Turbo-S-2 Mt.Baldy		
Department:	MBtech	Test Date:	11/30/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	419
Vehicle Modell:	Cayenne Turbo S	Nominal Torque [Nm]:	800
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 2200
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	556,50	
CO	[g/mi]	4,515	
NO _x	[g/mi]	0,020	
THC	[g/mi]	0,137	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	5403	
Distance	[mi]	43,72	
Average Speed	[mph]	29,1	
Average Ambient Temperature	[°F]	73,3	









3.4 Macan

Die folgende Tabelle fasst die Emissionsmessungen des Fahrzeuges Macan zusammen

Tabelle 3-11: Emissionsübersicht Porsche - Macan

Macan		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
08/11/17	LA Downtown 1*	404,48	0,305	0,008	0,003	3130	17,56
09/11/17	LA Downtown 2	463,74	0,105	0,024	0,001	3698	15,92
08/11/17	Highway	338,27	0,157	0,006	0,006	3098	45,14
08/11/17	Mt. Baldy	417,89	0,162	0,031	0,009	6414	44,82
10/11/17	FTP75 (PEMS)	375,32	0,199	0,012	0,018	2506	11,08
10/11/17	FTP75 (Dyno)	357,49	0,221	0,010	0,018		

*: Abweichungen zwischen der gefahrenen und der geplanten Route

3.4.1 LA Downtown (1)

Tabelle 3-12: Zusammenfassung LA Downtown (1) Porsche - Macan

Test Data			
Test Name:	2017-11-08 Macan LA-Downtown1		
Department:	MBtech	Test Date:	11/08/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	185
Vehicle Modell:	Macan	Nominal Torque [Nm]:	370
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5700
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	404,48	
CO	[g/mi]	0,305	
NO _x	[g/mi]	0,008	
THC	[g/mi]	0,003	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	3130	
Distance	[mi]	17,56	
Average Speed	[mph]	20,2	
Average Ambient Temperature	[°F]	64,1	

Routenabweichung:

Die Abweichung von der Originalstrecke trat im Zeitfenster 2301 – 252s auf.

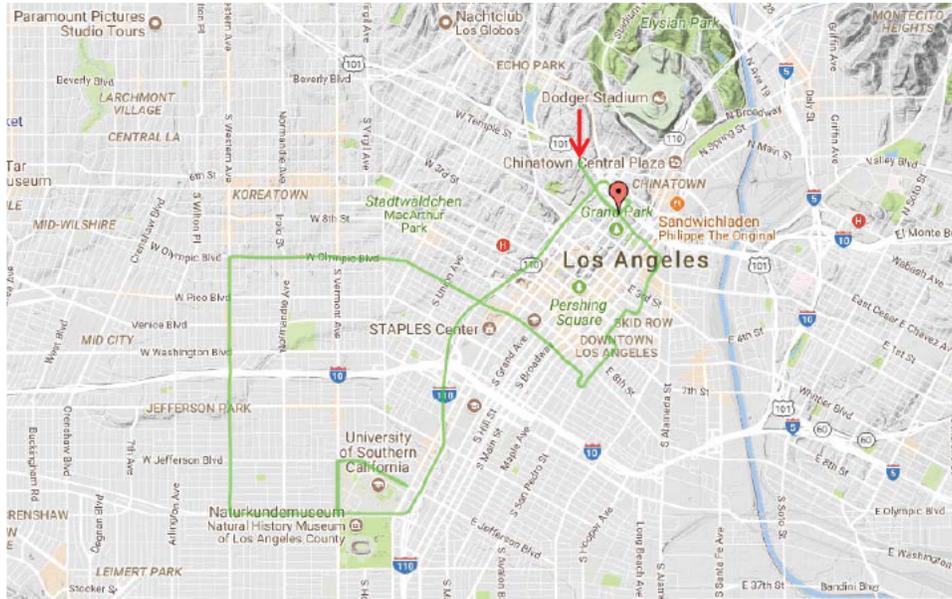


Abbildung 3-3: Abweichungen der LA Downtown (1) Route beim Macan

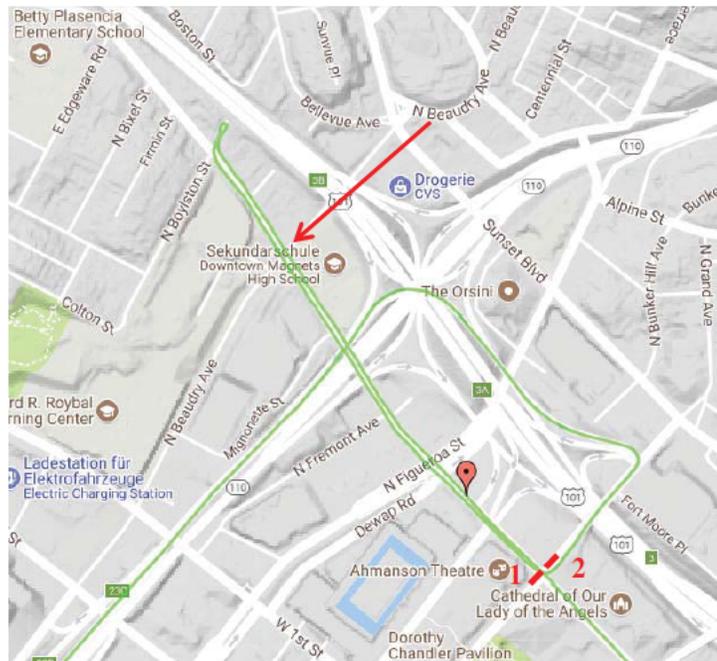
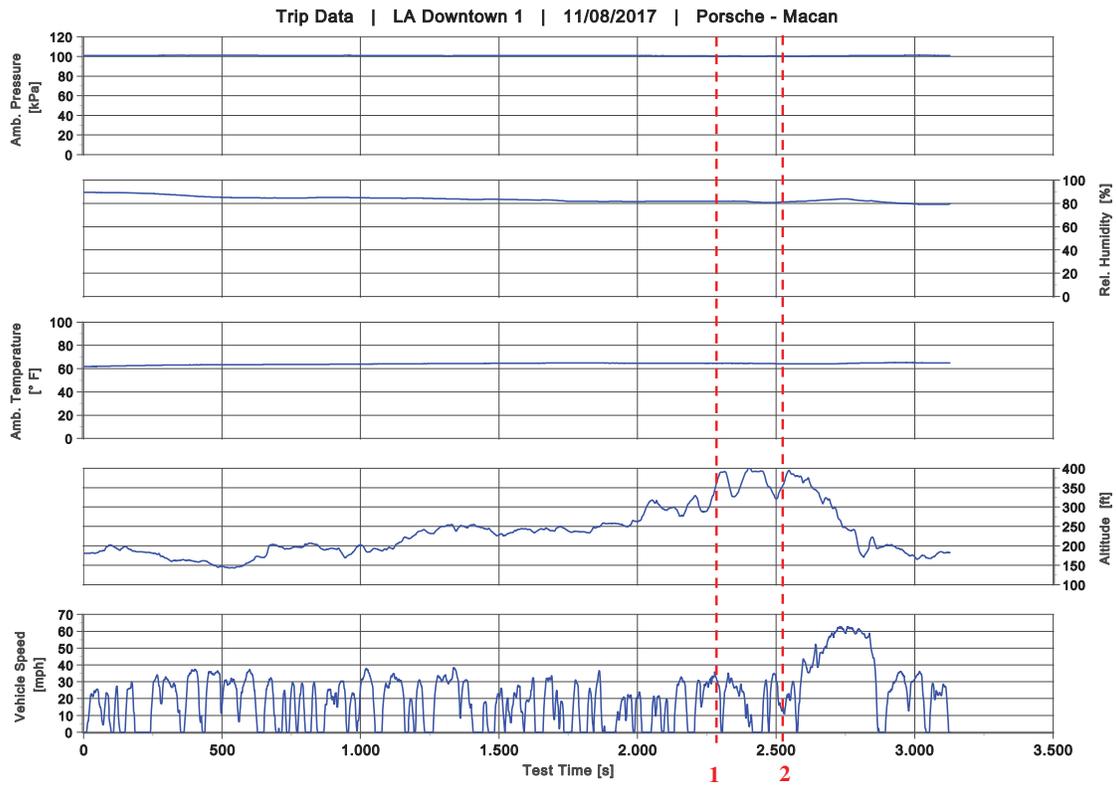
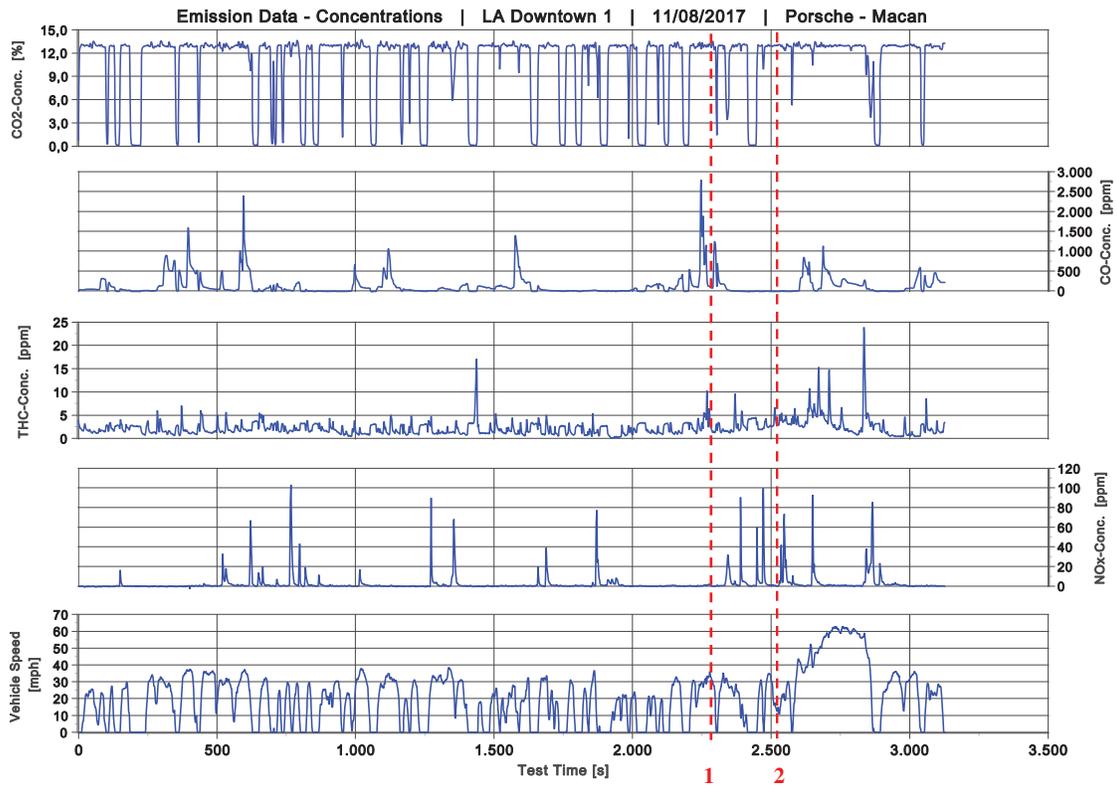
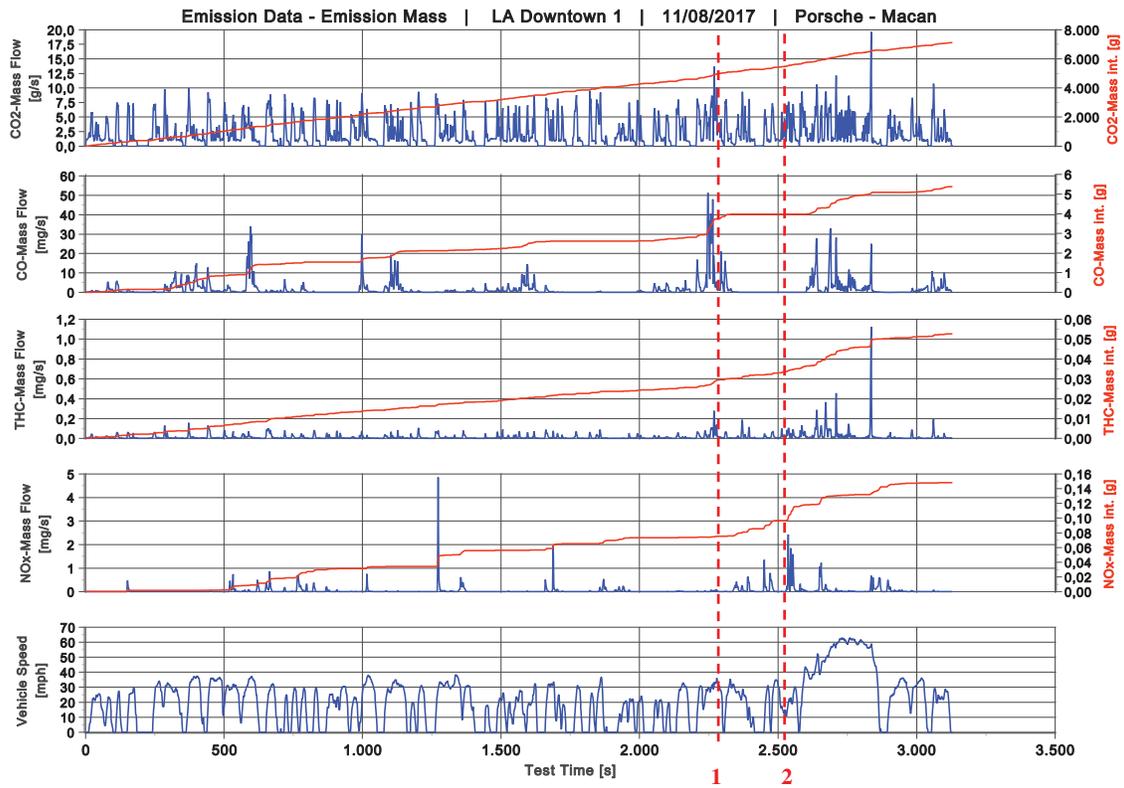
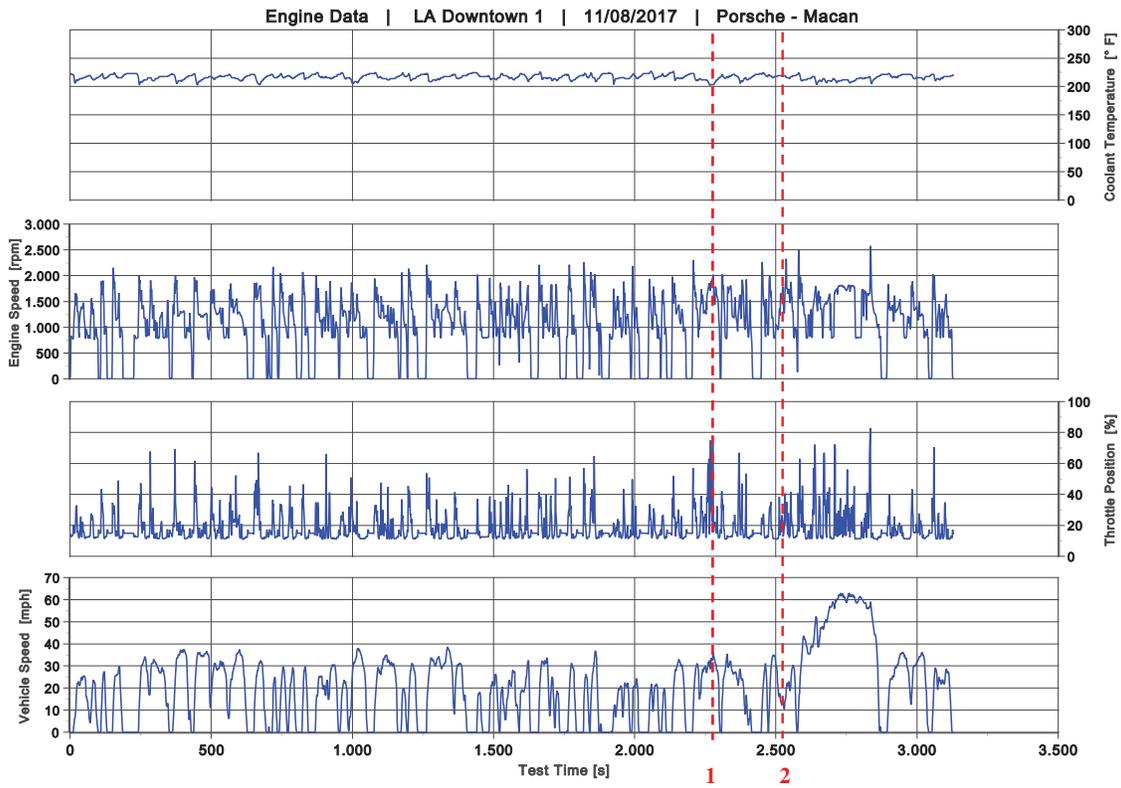


Abbildung 3-4: Detaillierte Abweichungen der LA Downtown (1) Route beim Macan







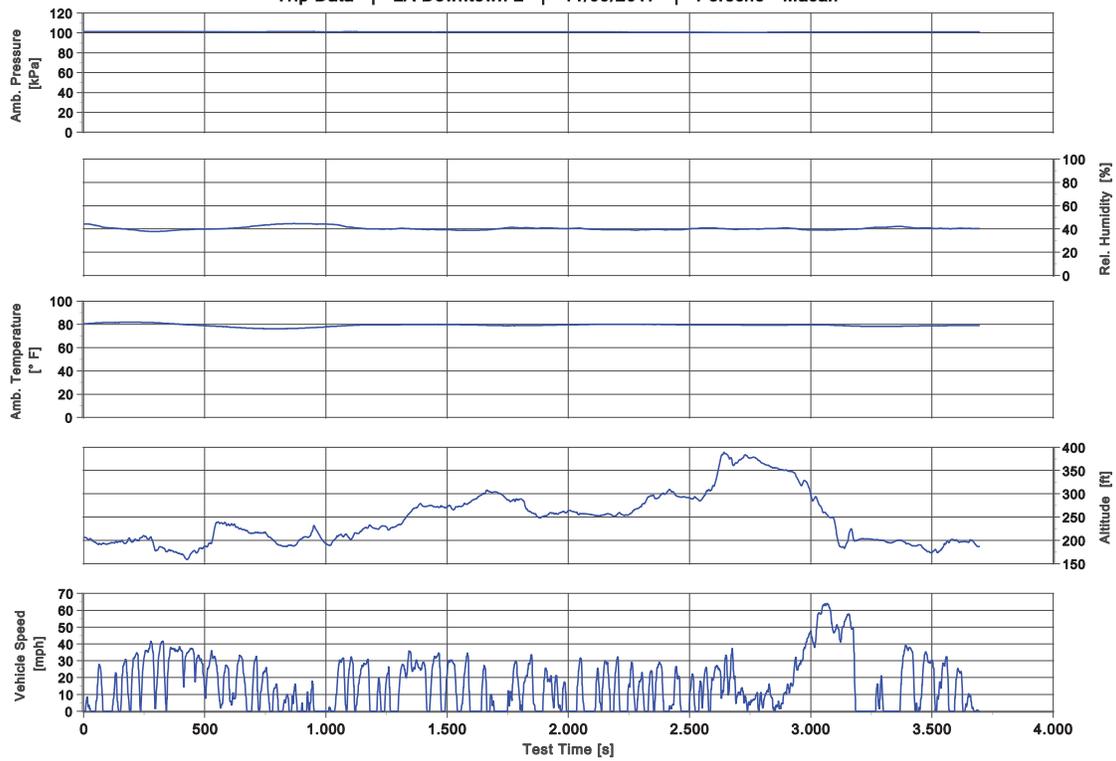


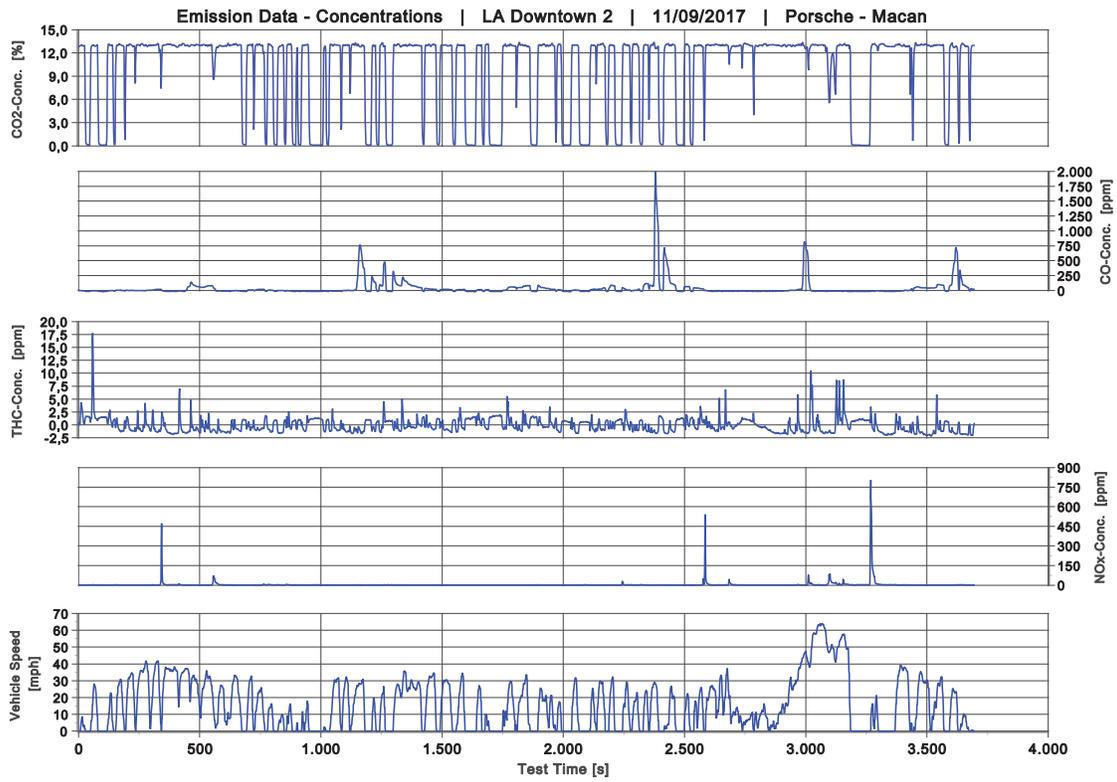
3.4.2 LA Downtown (2)

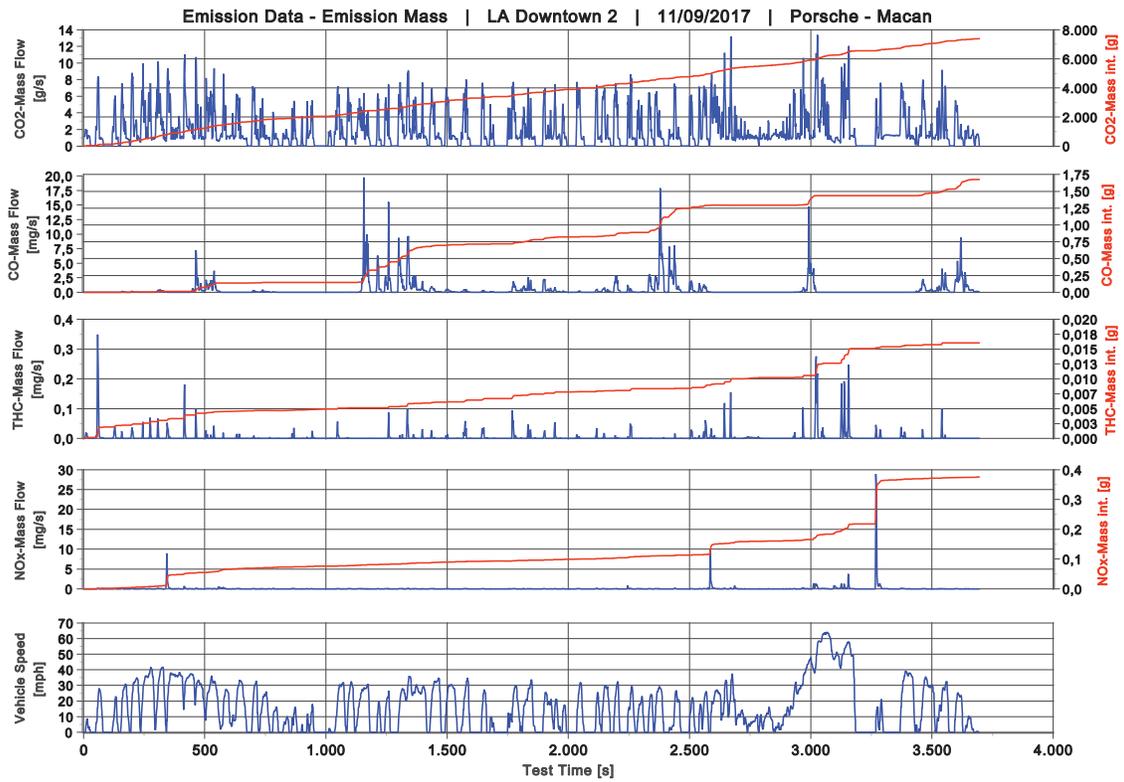
Tabelle 3-13: Zusammenfassung LA Downtown (2) Porsche - Macan

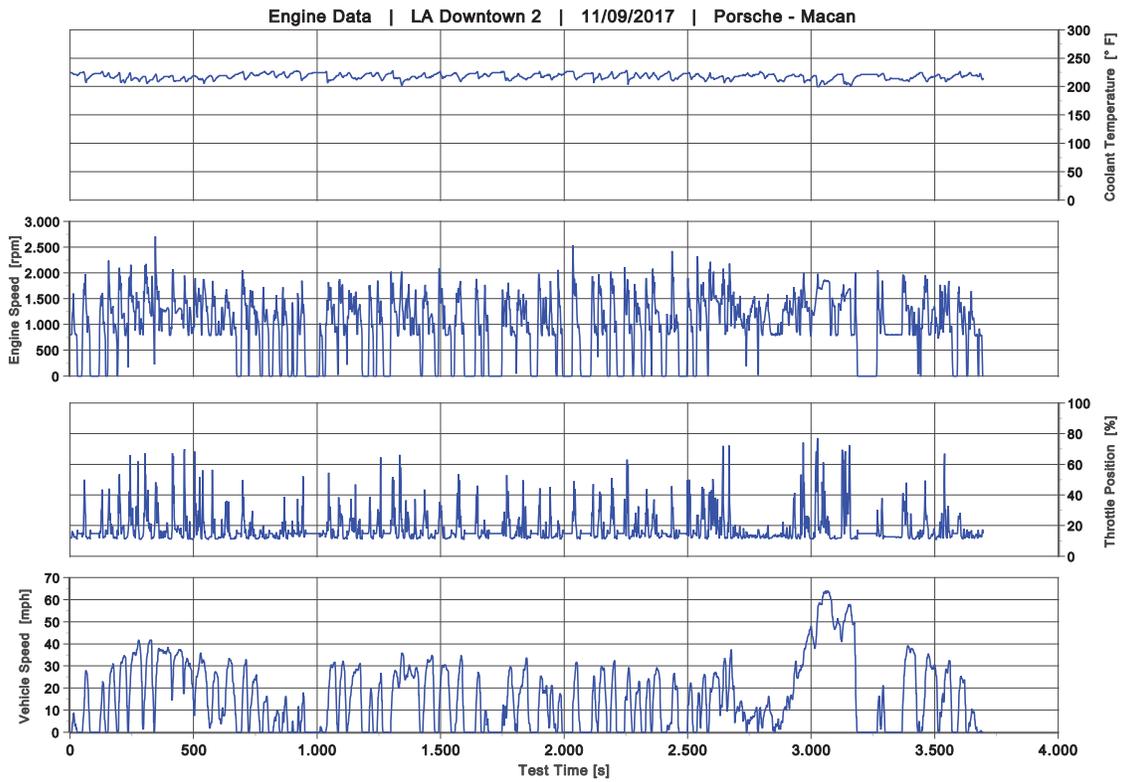
Test Data			
Test Name:	2017-11-09 Macan LA-Downtown2		
Department:	MBtech	Test Date:	11/09/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	185
Vehicle Modell:	Macan	Nominal Torque [Nm]:	370
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5700
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	463,74	
CO	[g/mi]	0,105	
NO _x	[g/mi]	0,024	
THC	[g/mi]	0,001	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	3698	
Distance	[mi]	15,92	
Average Speed	[mph]	15,5	
Average Ambient Temperature	[°F]	79,2	

Trip Data | LA Downtown 2 | 11/09/2017 | Porsche - Macan







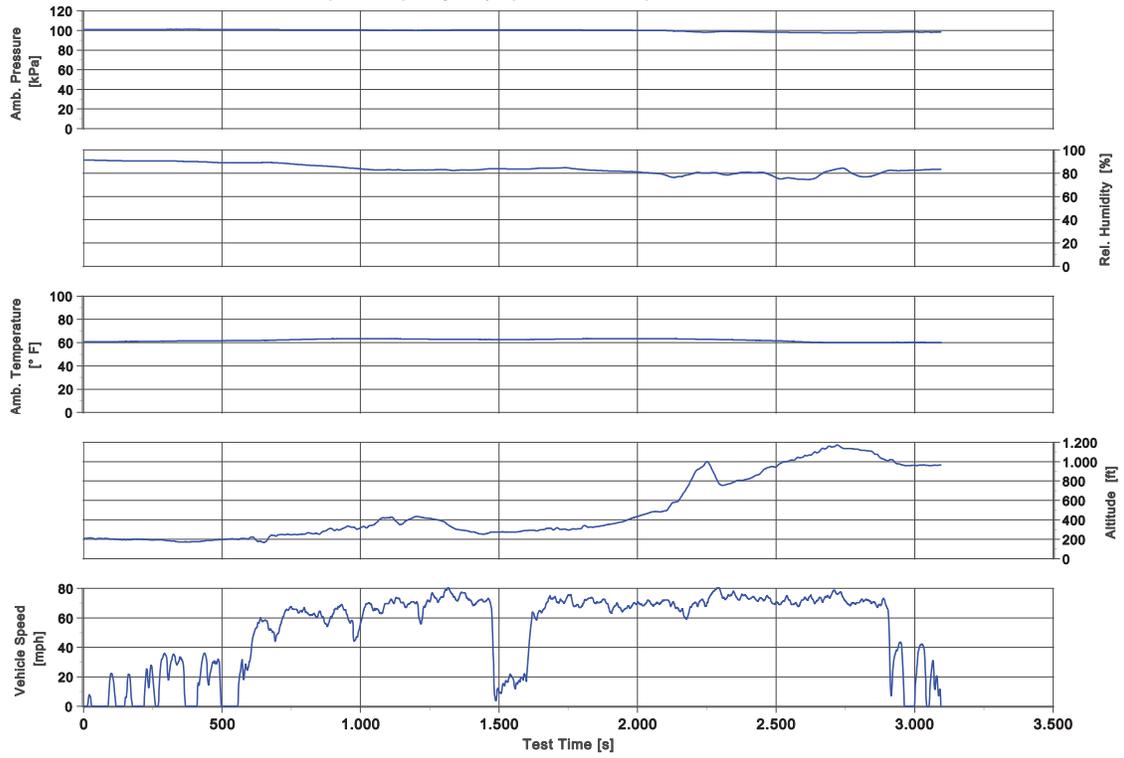


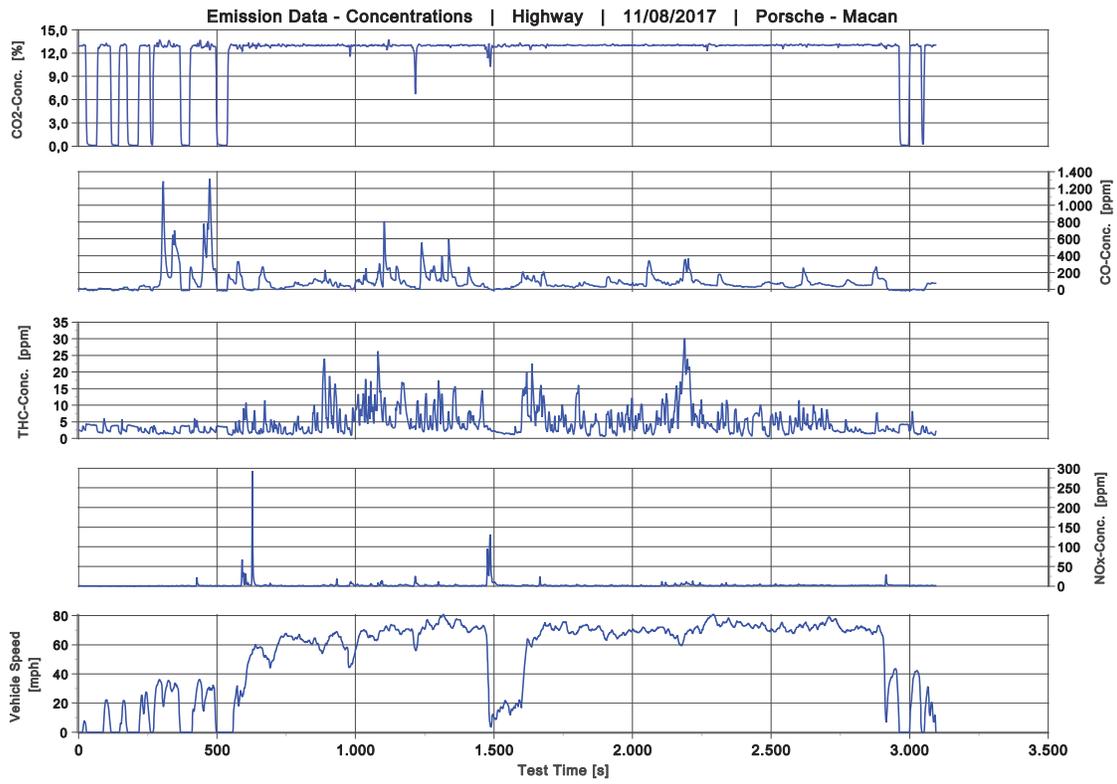
3.4.3 Highway

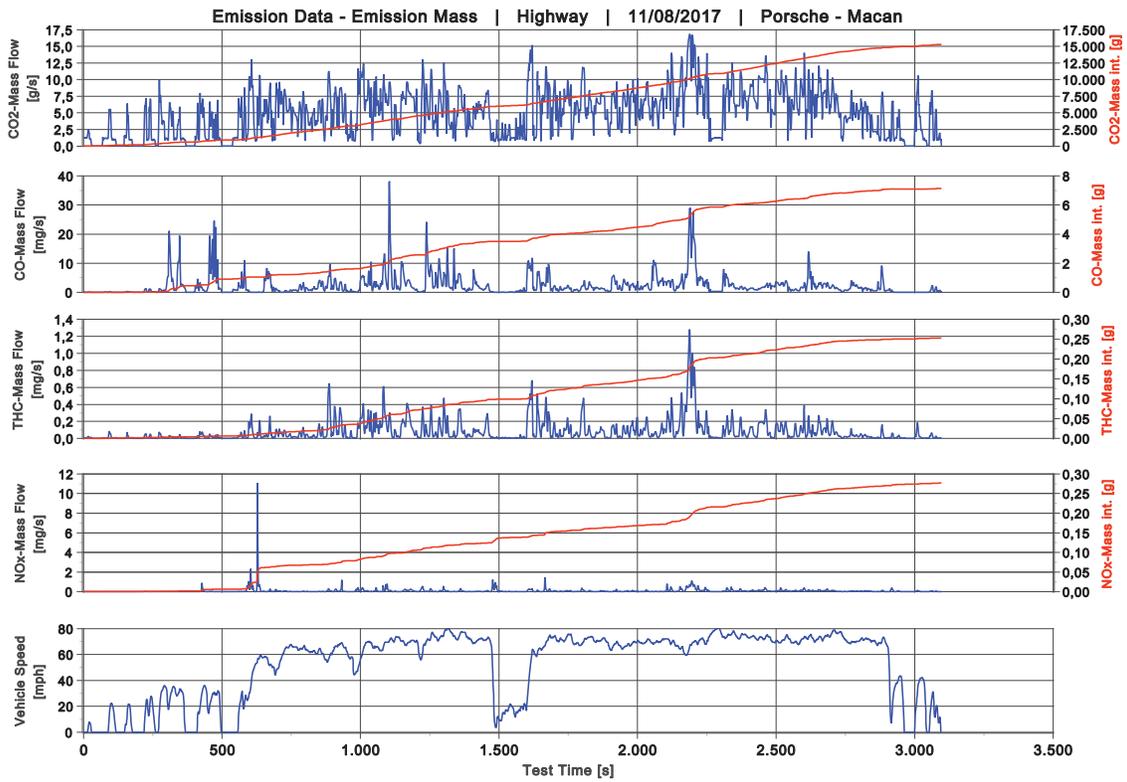
Tabelle 3-14: Zusammenfassung Highway Porsche - Macan

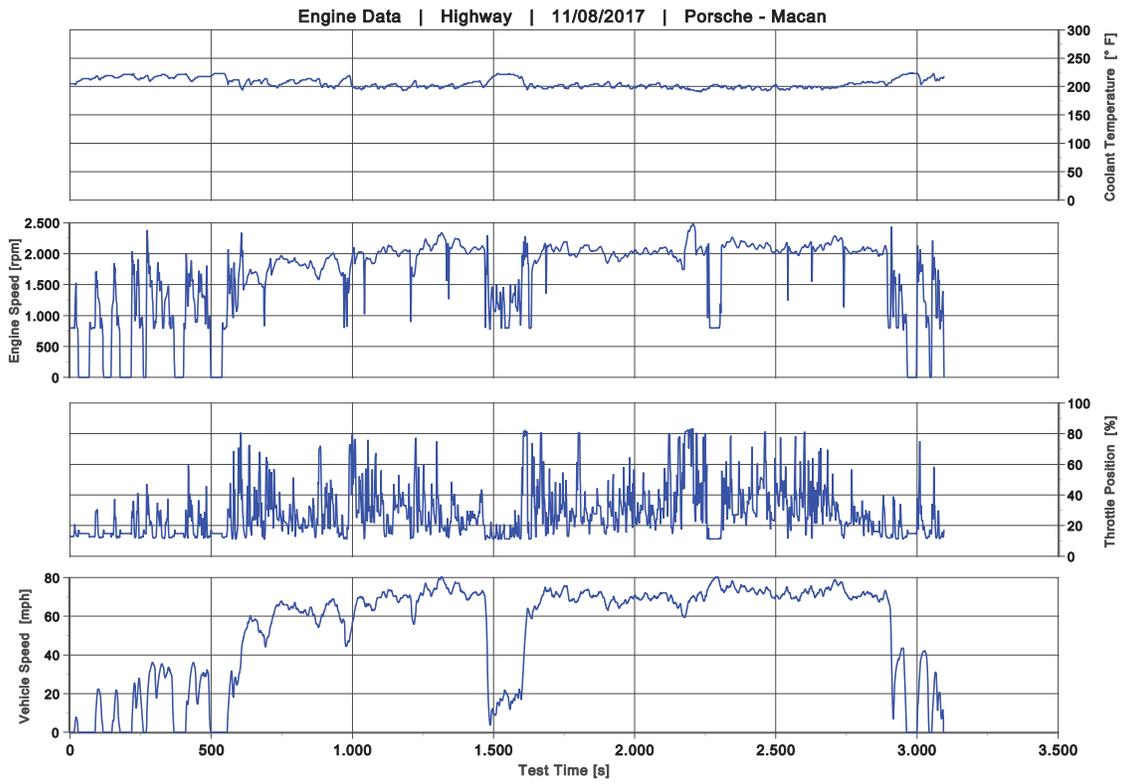
Test Data			
Test Name:	2017-11-08 Macan-Highway		
Department:	MBtech	Test Date:	11/08/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	185
Vehicle Modell:	Macan	Nominal Torque [Nm]:	370
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5700
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	338,27	
CO	[g/mi]	0,157	
NO _x	[g/mi]	0,006	
THC	[g/mi]	0,006	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	3098	
Distance	[mi]	45,14	
Average Speed	[mph]	52,4	
Average Ambient Temperature	[°F]	62,1	

Trip Data | Highway | 11/08/2017 | Porsche - Macan







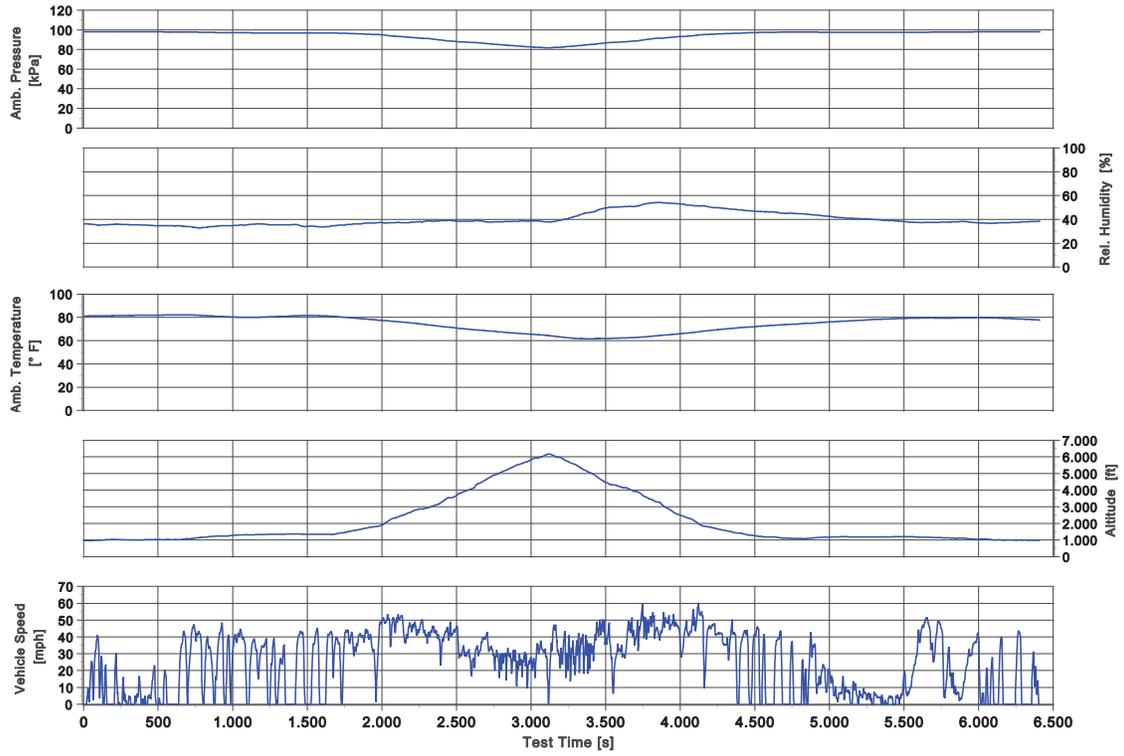


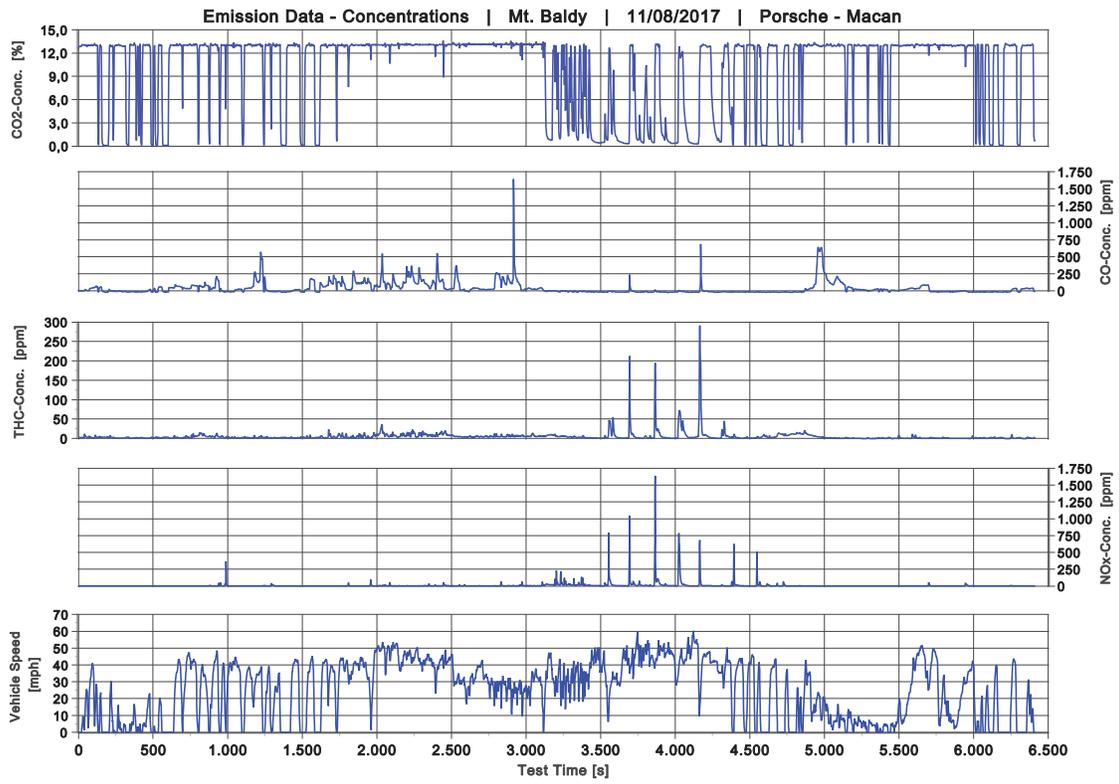
3.4.4 Mt. Baldy

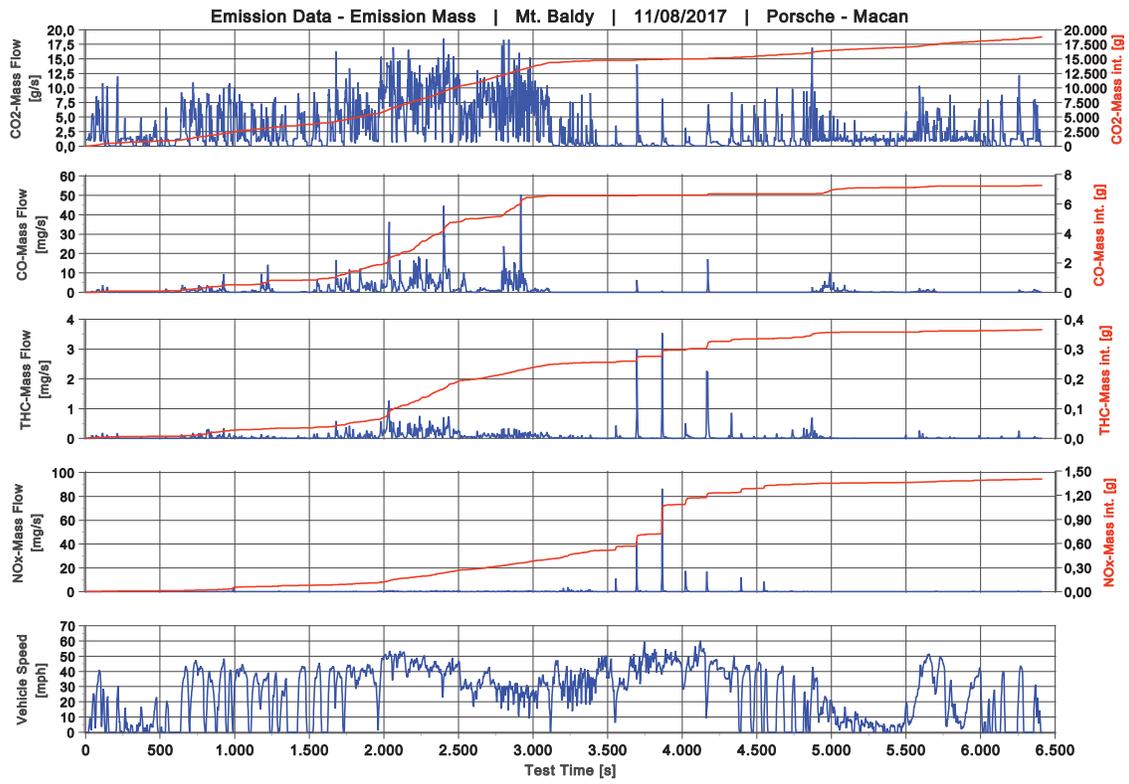
Tabelle 3-15: Zusammenfassung Mt. Baldy Porsche - Macan

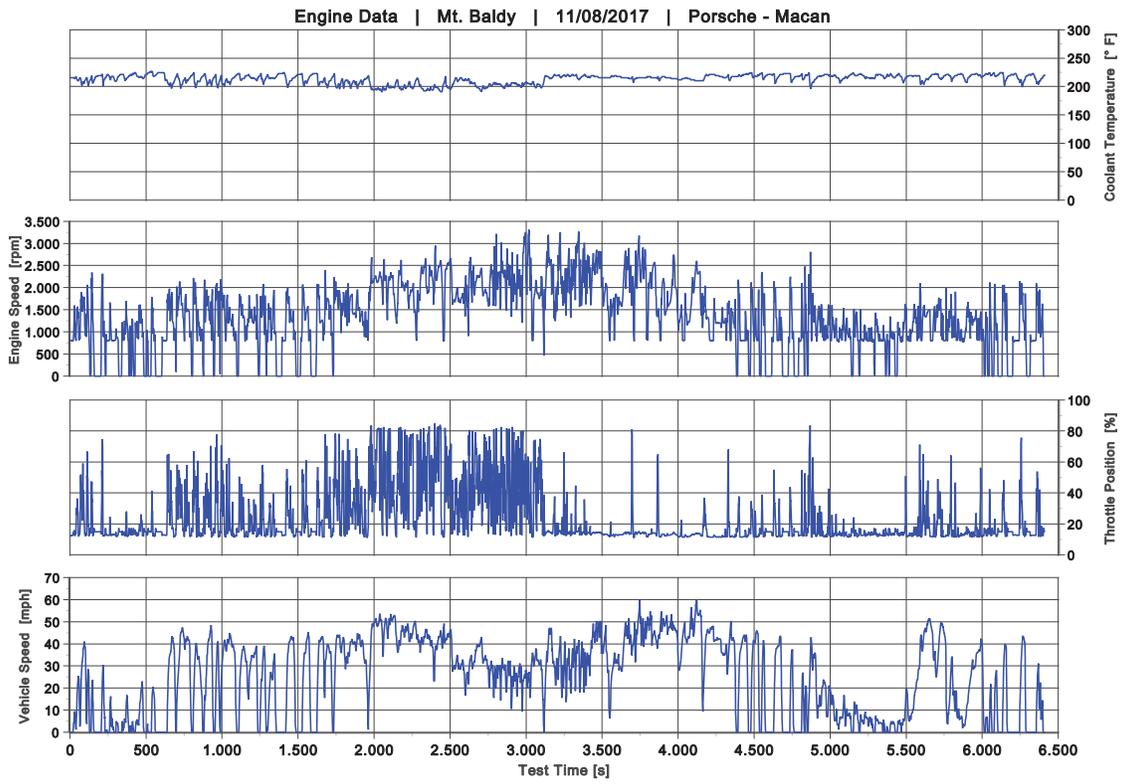
Test Data			
Test Name:	2017-11-08 Macan Mt.-Baldy		
Department:	MBtech	Test Date:	11/08/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	185
Vehicle Modell:	Macan	Nominal Torque [Nm]:	370
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5700
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	417,89	
CO	[g/mi]	0,162	
NO _x	[g/mi]	0,031	
THC	[g/mi]	0,009	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	6414	
Distance	[mi]	44,82	
Average Speed	[mph]	25,16	
Average Ambient Temperature	[°F]	74,7	

Trip Data | Mt. Baldy | 11/08/2017 | Porsche - Macan









3.5 Macan GTS

Die folgende Tabelle fasst die Emissionsmessungen des Fahrzeuges Macan GTS zusammen.

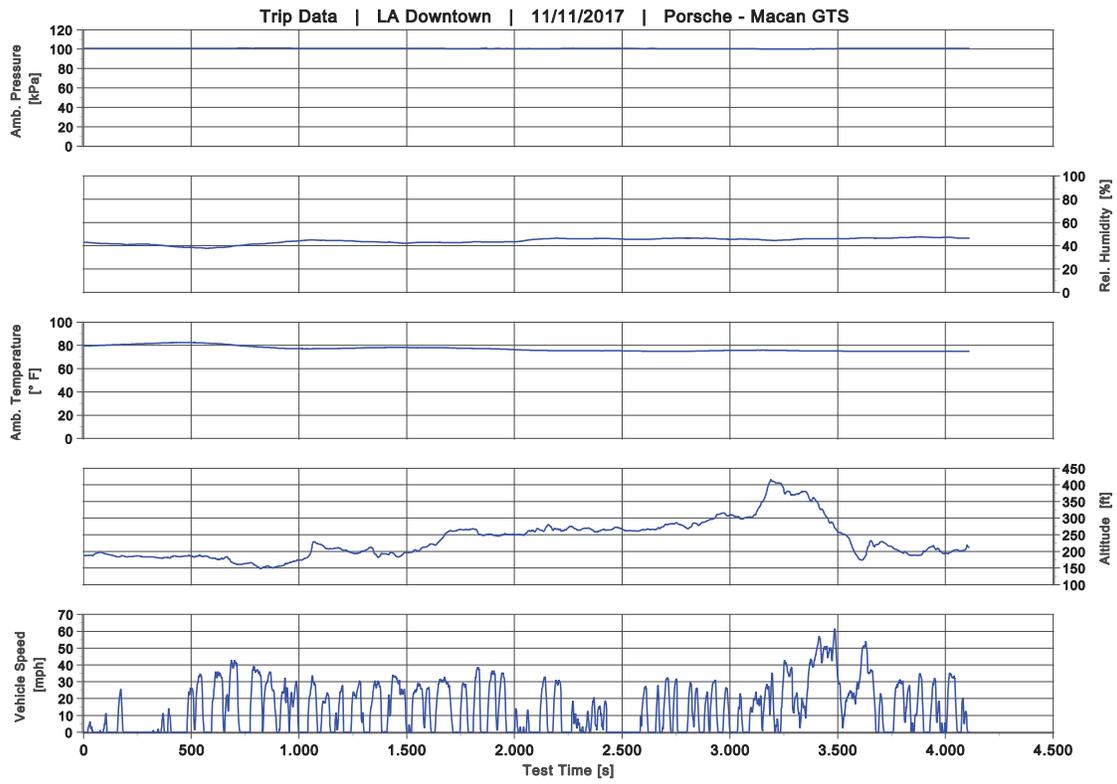
Tabelle 3-16: Emissionsübersicht Porsche – Macan GTS

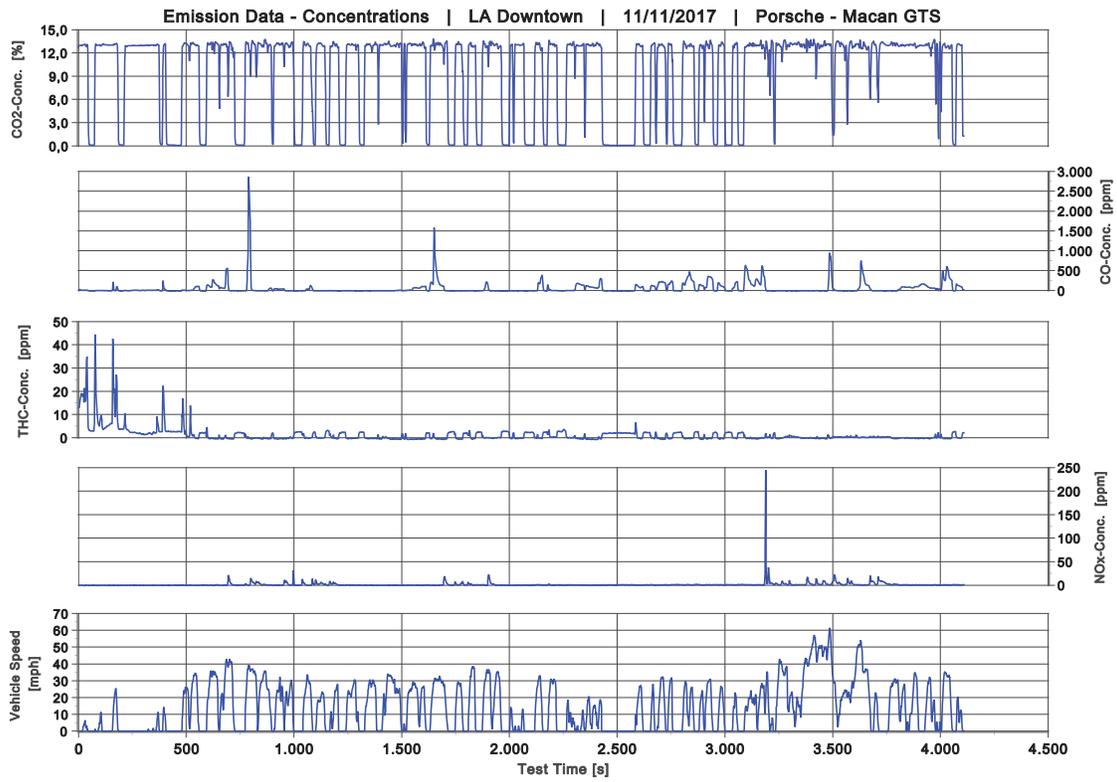
Macan GTS		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
11/11/17	LA Downtown	600,98	0,282	0,011	0,002	4113	15,75
11/11/17	Highway	427,67	0,585	0,009	0,009	4979	44,88
13/11/17	Mt. Baldy	490,94	0,879	0,058	0,038	5341	44,62
15/11/17	FTP75 (PEMS)	471,65	0,587	0,020	0,035	2511	10,95
15/11/17	FTP75 (Dyno)	447,54	0,565	0,017	0,028		

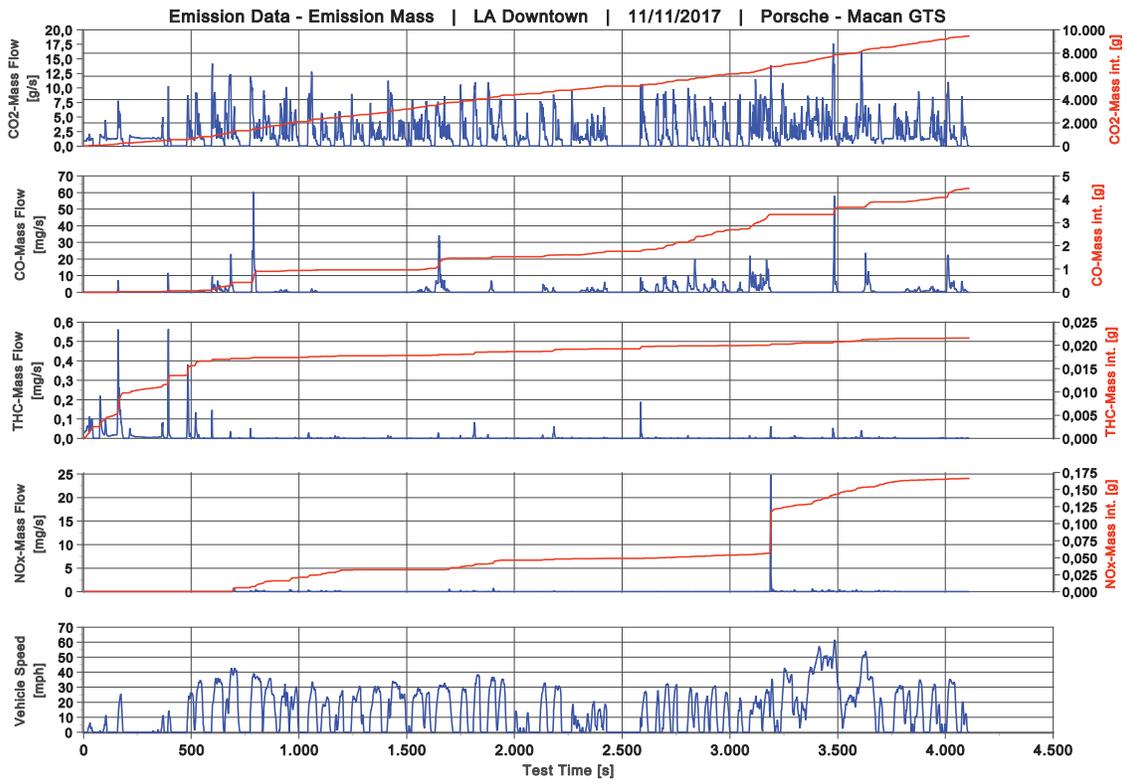
3.5.1 LA Downtown

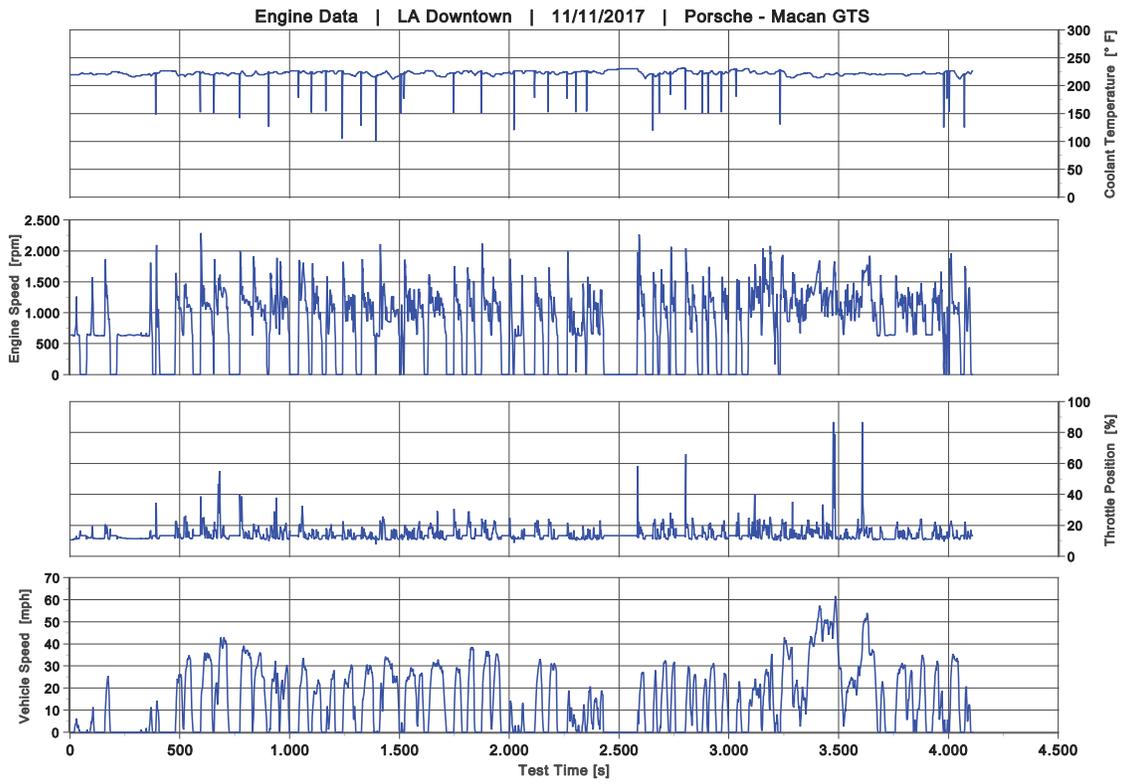
Tabelle 3-17: Zusammenfassung LA Downtown Porsche - Macan GTS

Test Data			
Test Name:	2017-11-11 Macan-GTS LA-Downtown		
Department:	MBtech	Test Date:	11/11/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	265
Vehicle Modell:	Macan GTS	Nominal Torque [Nm]:	500
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 6900
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	600,98	
CO	[g/mi]	0,282	
NO _x	[g/mi]	0,011	
THC	[g/mi]	0,002	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	4113	
Distance	[mi]	15,75	
Average Speed	[mph]	13,8	
Average Ambient Temperature	[°F]	77,1	







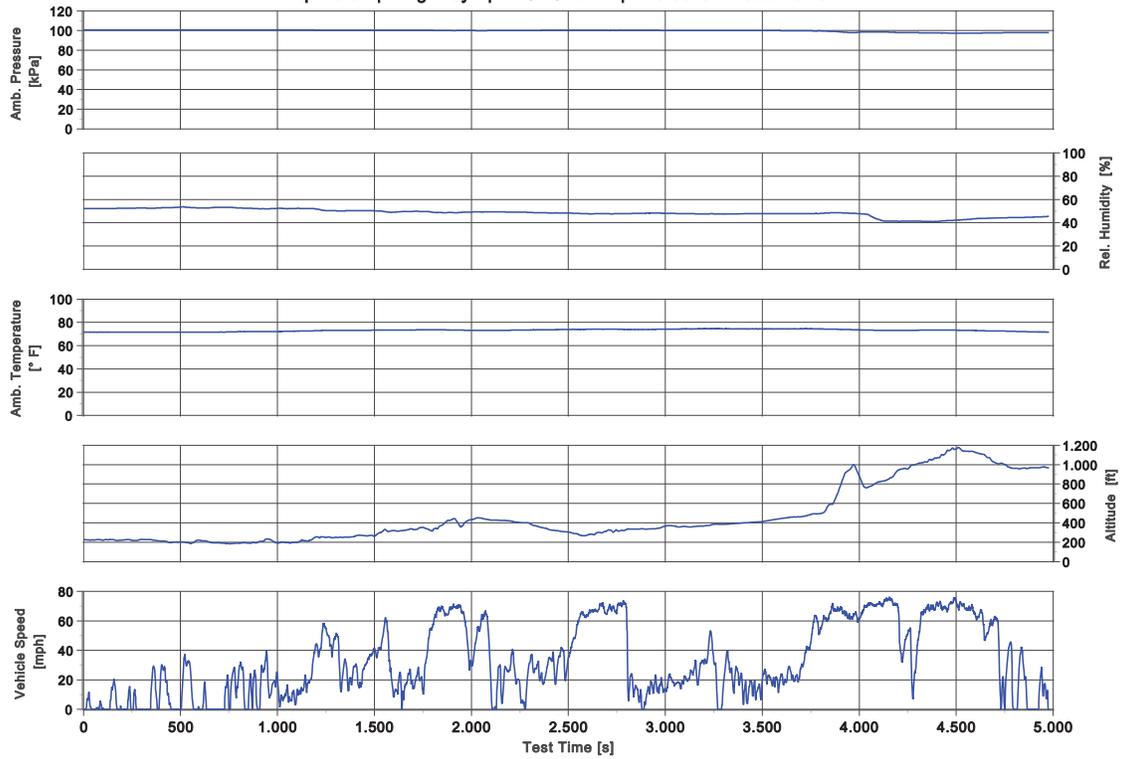


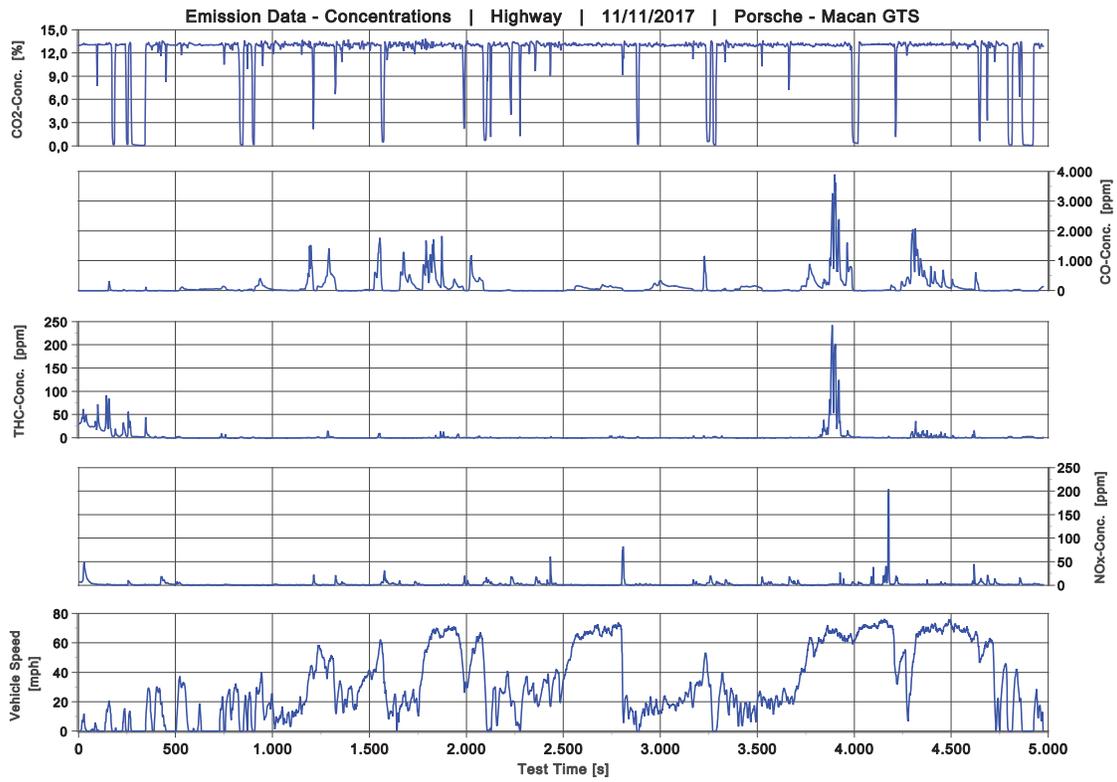
3.5.2 Highway

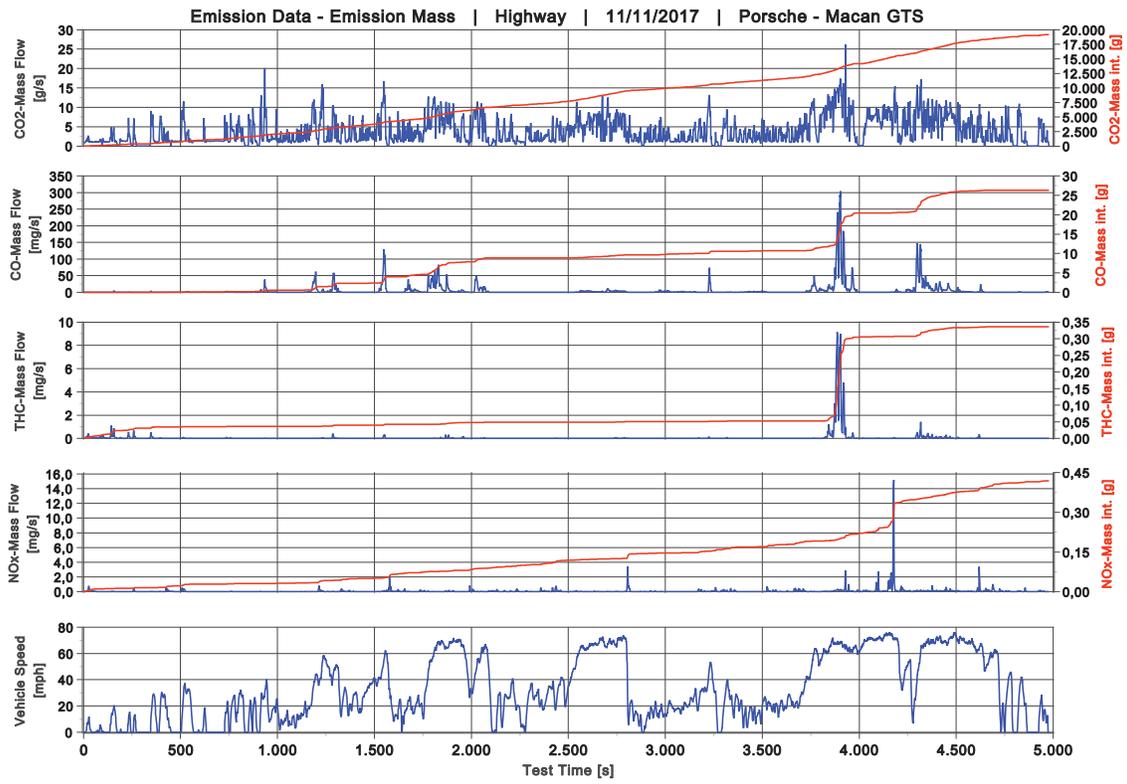
Tabelle 3-18: Zusammenfassung Highway Porsche - Macan GTS

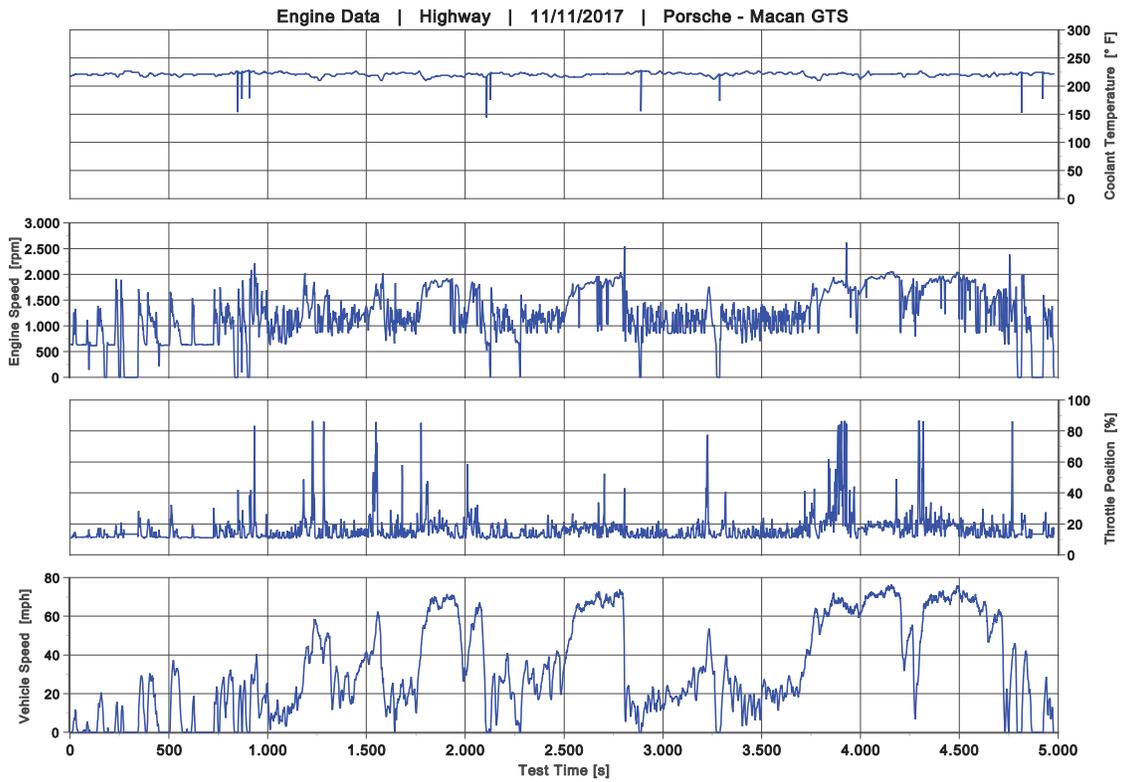
Test Data			
Test Name:	2017-11-11 Macan-GTS Highway		
Department:	MBtech	Test Date:	11/11/17
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	265
Vehicle Modell:	Macan GTS	Nominal Torque [Nm]:	500
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 6900
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	427,67	
CO	[g/mi]	0,585	
NO _x	[g/mi]	0,009	
THC	[g/mi]	0,009	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	4979	
Distance	[mi]	44,88	
Average Speed	[mph]	32,4	
Average Ambient Temperature	[°F]	73,1	

Trip Data | Highway | 11/11/2017 | Porsche - Macan GTS





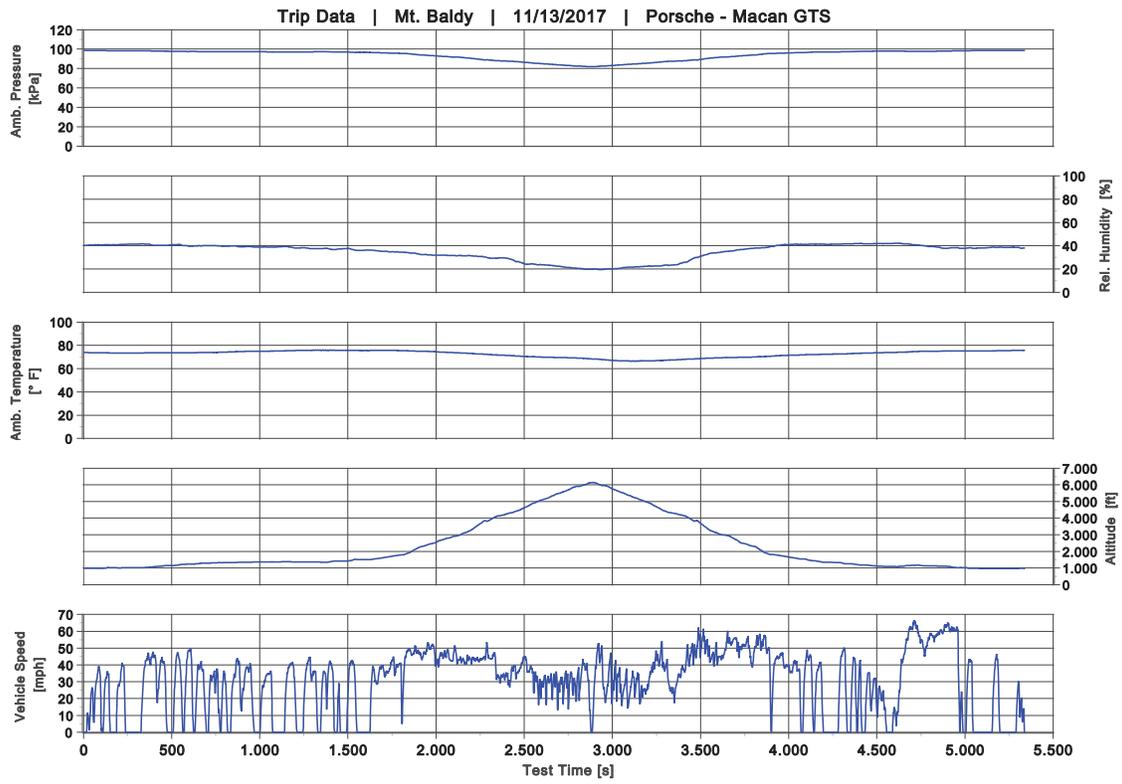


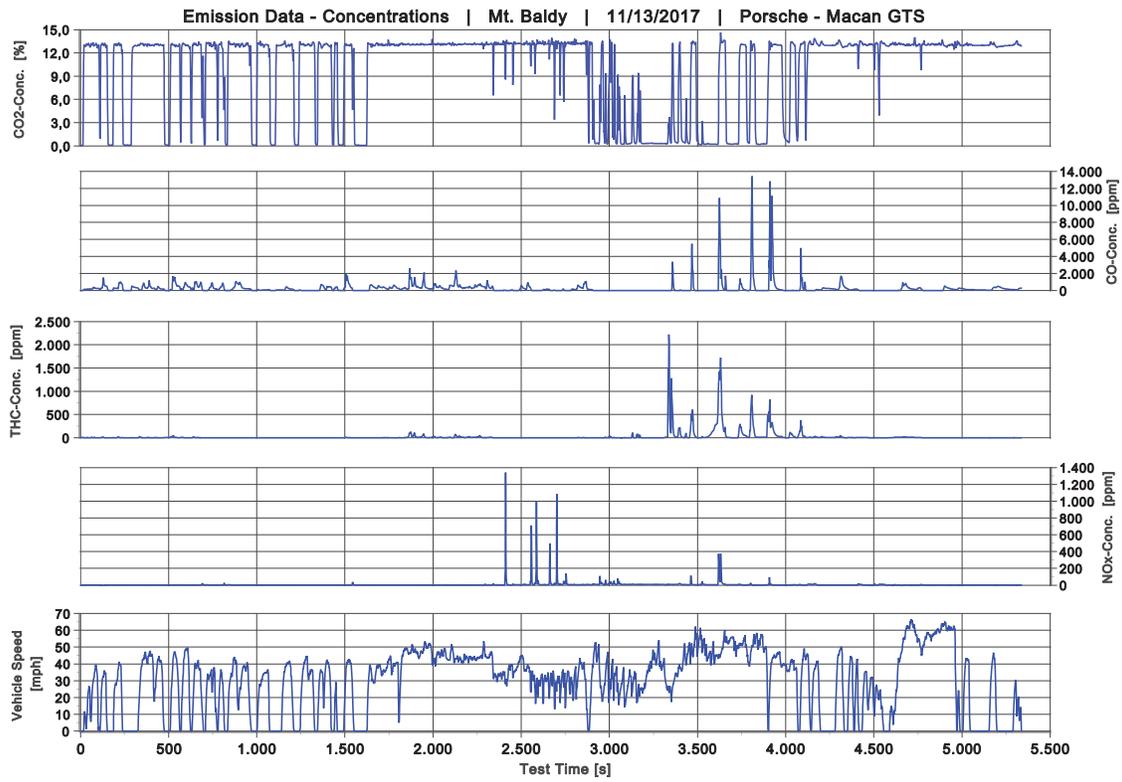


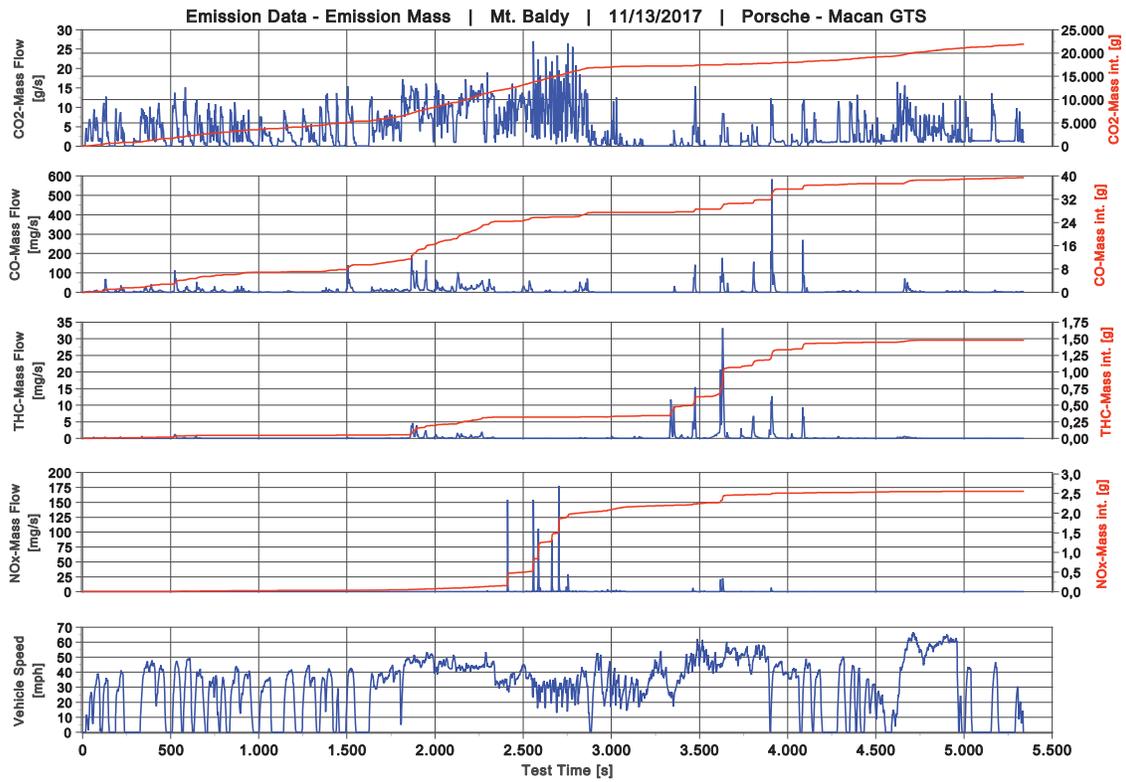
3.5.3 Mt Baldy

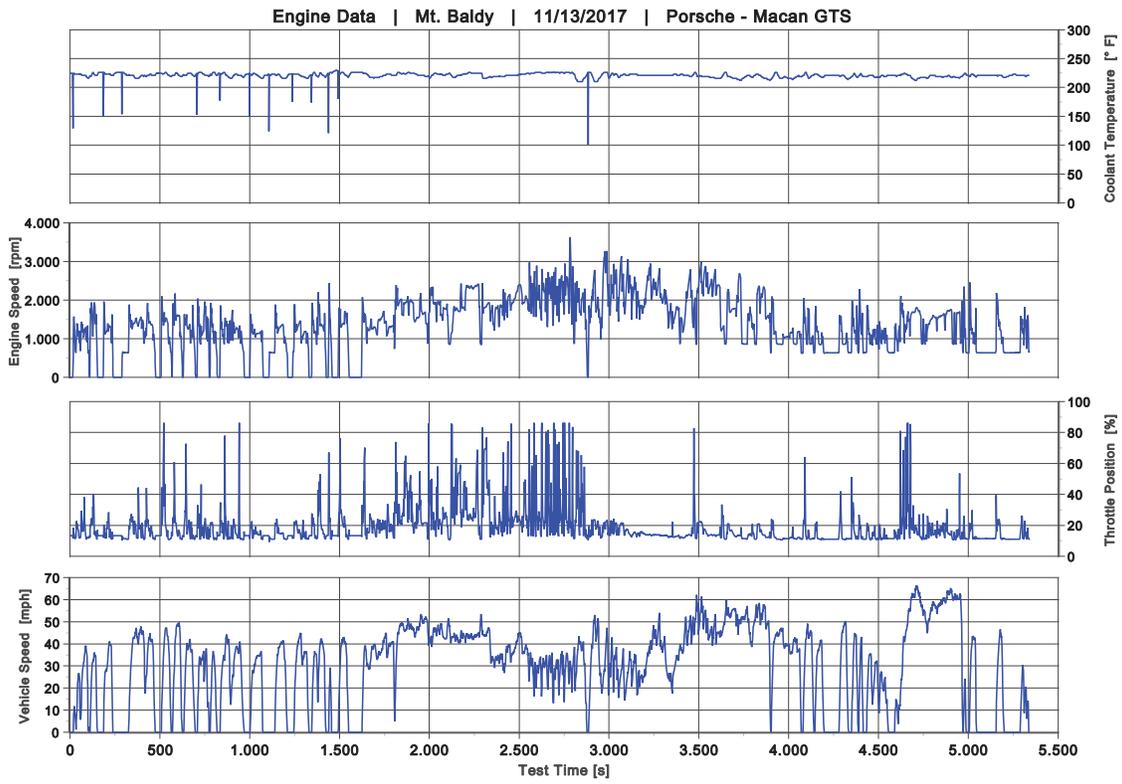
Tabelle 3-19: Zusammenfassung Mt. Baldy Porsche - Macan GTS

Test Data			
Test Name:	2017-11-13 Macan-GTS Mt.-Baldy		
Department:	MBtech	Test Date:	11/13/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	LDT	Nominal Power [kW]:	265
Vehicle Modell:	Macan GTS	Nominal Torque [Nm]:	500
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 2 Bin 5	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 6900
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	490,94	
CO	[g/mi]	0,879	
NO _x	[g/mi]	0,058	
THC	[g/mi]	0,038	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	5341	
Distance	[mi]	44,62	
Average Speed	[mph]	30,1	
Average Ambient Temperature	[°F]	72,6	









3.6 911 Carrera

Die folgende Tabelle fasst die Emissionsmessungen des Fahrzeuges 911 Carrera zusammen. Nachdem alle Straßenmessungen (1) gemessen wurden, musste die Gas PEMS am 20. und 21. November 2017 repariert werden. Im Anschluss mussten die Messungen wiederholt werden. Die Wiederholungsmessungen sind mit (2) oder (3) gekennzeichnet.

Tabelle 3-20: Emissionsübersicht Porsche – 911 Carrera

911 Carrera		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
18/11/17	LA Downtown 1*	492,75	0,004	0,008	n.a.	4691	16,02
22/11/17	LA Downtown 2*	658,24	0,002	0,025	n.a.	3097	15,53
22/11/17	LA Downtown 3	578,17	0,001	0,028	n.a.	2772	15,71
18/11/17	Highway 1	341,30	0,049	0,014	n.a.	3771	45,09
22/11/17	Highway 2	309,42	0,046	0,014	n.a.	2817	44,85
18/11/17	Mt. Baldy 1	373,11	0,289	0,034	n.a.	5152	44,69
23/11/17	Mt. Baldy 2	330,75	0,202	0,034	n.a.	4822	44,50
22/11/17	FTP75 (PEMS)	313,94	0,163	0,032	n.a.	2490	10,93
22/11/17	FTP75 (Dyno)	339,58	0,222	0,036	0,054		

*: Abweichungen zwischen der gefahrenen und der geplanten Route

3.6.1 LA Downtown (1)

Tabelle 3-21: Zusammenfassung LA Downtown (1) Porsche - 911 Carrera

Test Data			
Test Name:	2017-11-18 911-Carrera LA-Downtown1		
Department:	MBtech	Test Date:	11/18/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	RWD
Vehicle Type:	PC / LDV	Nominal Power [kW]:	272
Vehicle Modell:	911 Carrera	Nominal Torque [Nm]:	450
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 3 Bin 160	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5100
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	492,75	
CO	[g/mi]	0,004	
NO _x	[g/mi]	0,008	
THC	[g/mi]	n.a.	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	4691	
Distance	[mi]	16,02	
Average Speed	[mph]	12,3	
Average Ambient Temperature	[°F]	76,5	

Routenabweichung:

Die Abweichung von der Originalstrecke trat im Zeitfenster 3130 – 3502s auf.

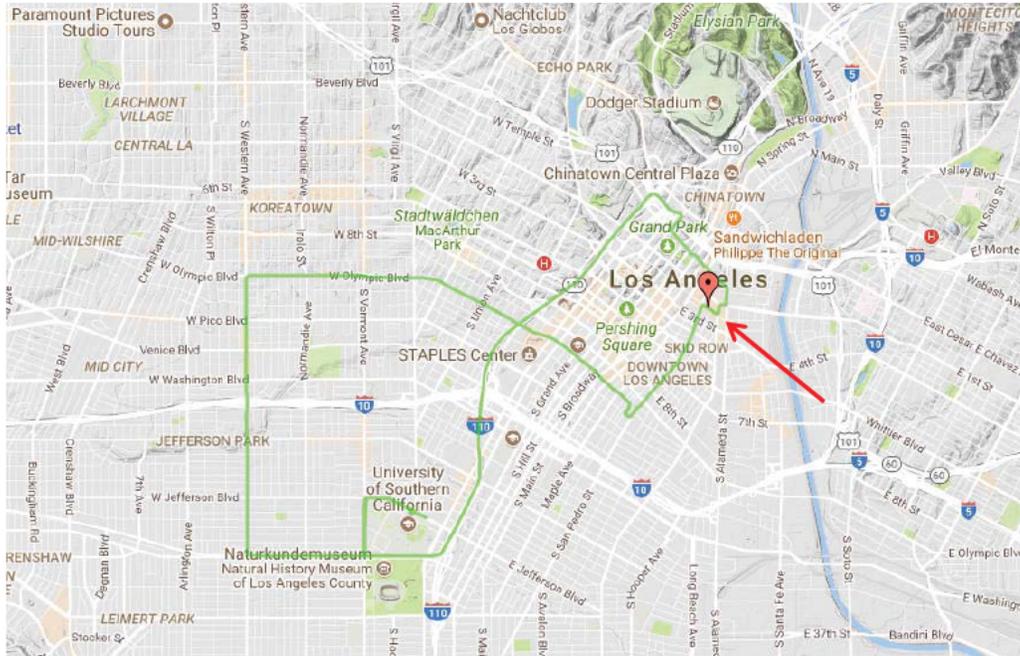


Abbildung 3-5: Abweichungen der LA Downtown (1) Route beim 911 Carrera

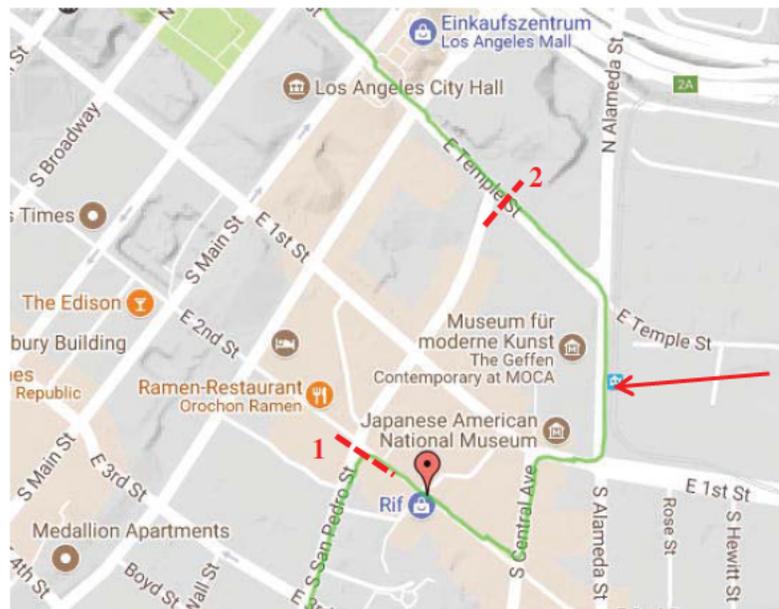
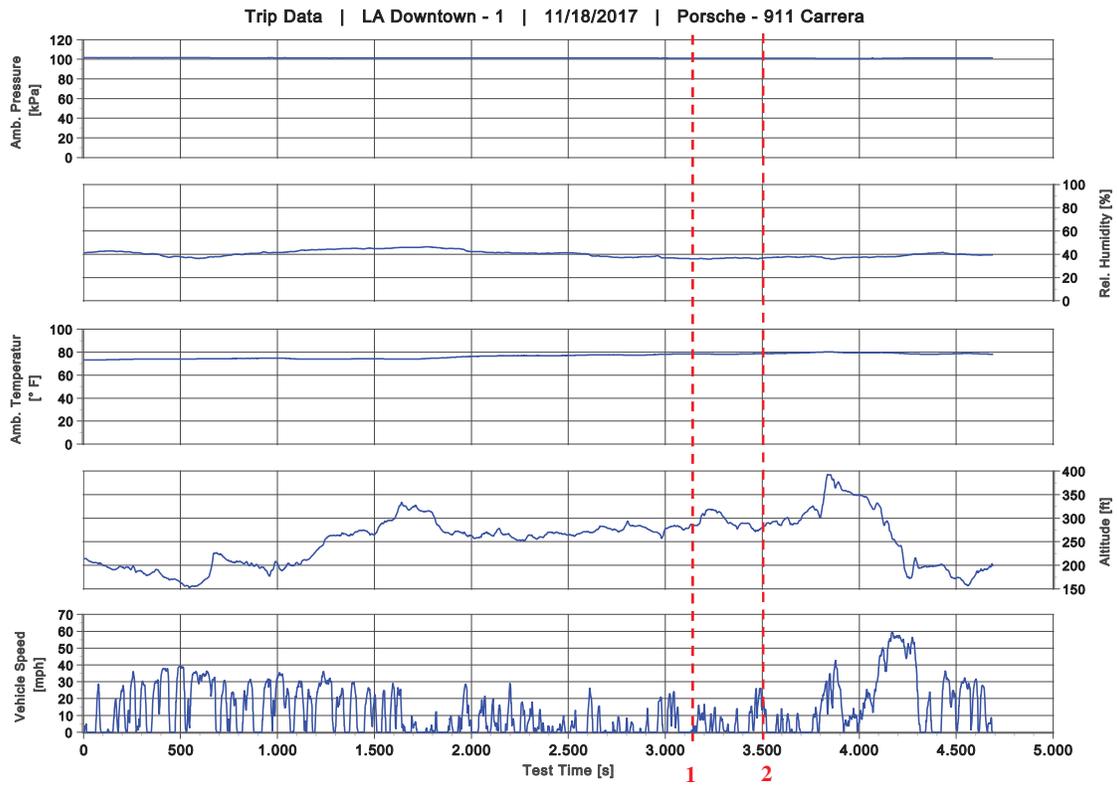
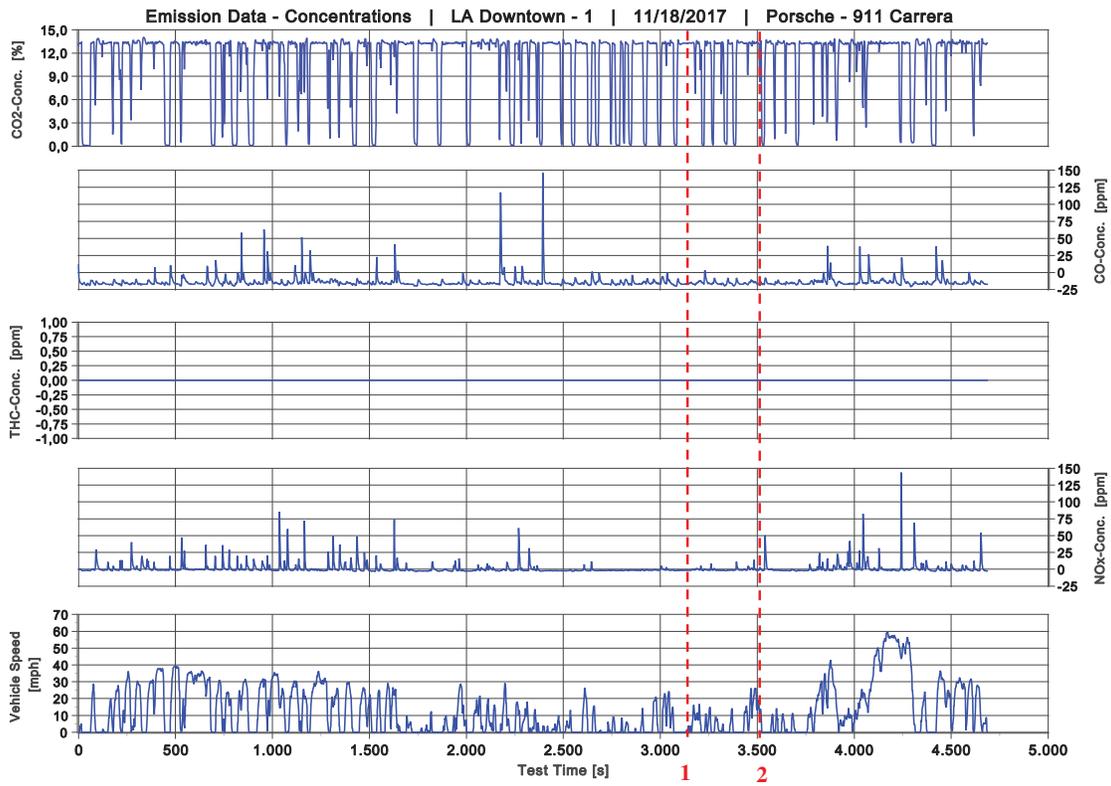
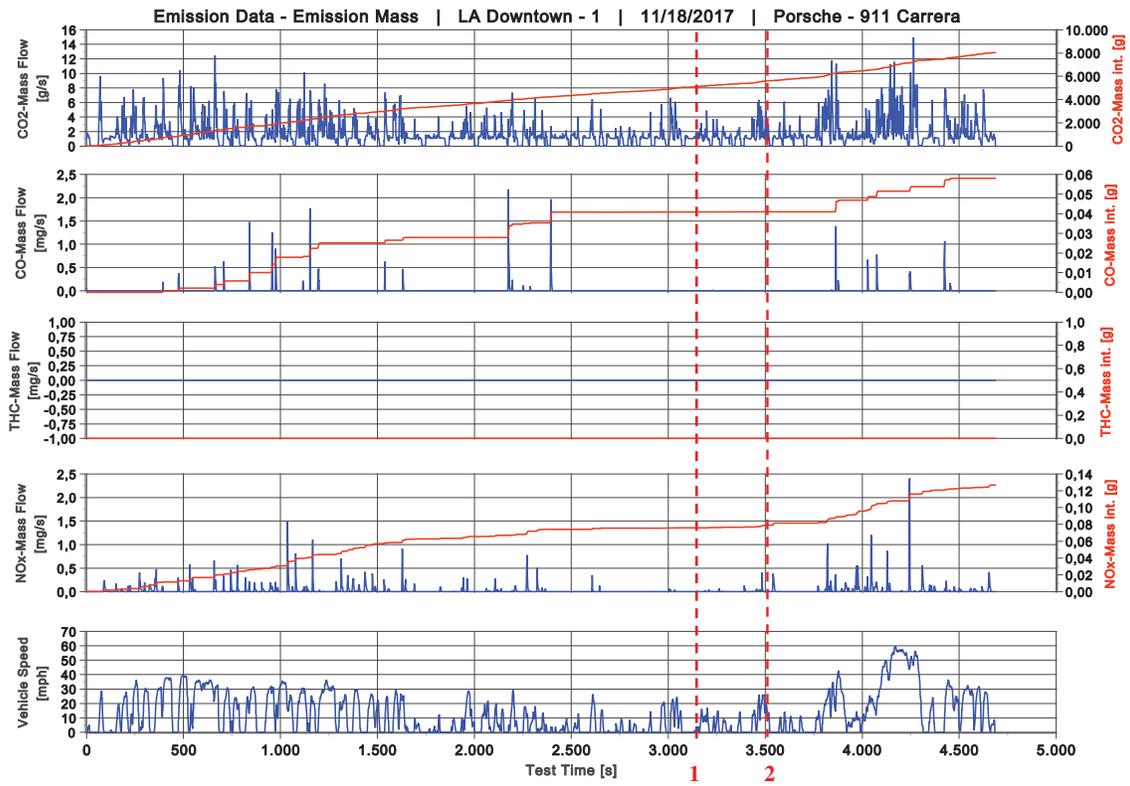
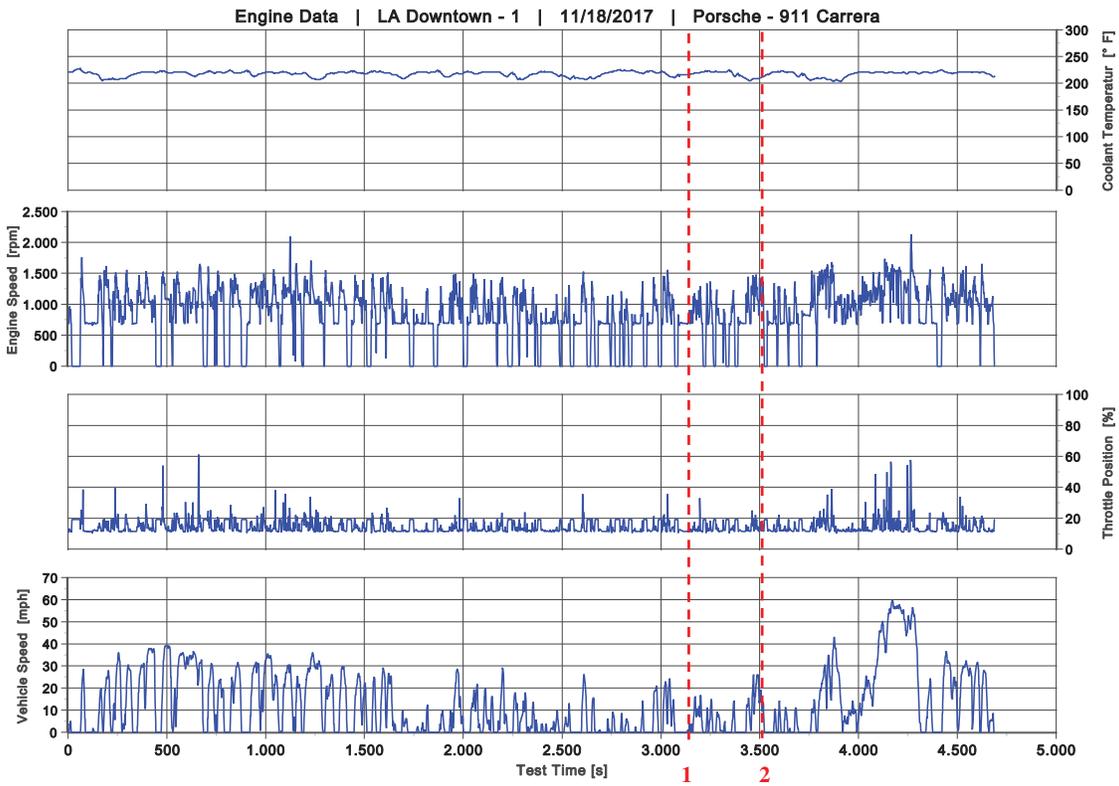


Abbildung 3-6: Detaillierte Abweichungen der LA Downtown (1) Route beim 911 Carrera









3.6.2 LA Downtown (2)

Tabelle 3-22: Zusammenfassung LA Downtown (2) Porsche - 911 Carrera

Test Data			
Test Name:	2017-11-22 911-Carrera LA-Downtown2		
Department:	MBtech	Test Date:	11/22/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	RWD
Vehicle Type:	PC / LDV	Nominal Power [kW]:	272
Vehicle Modell:	911 Carrera	Nominal Torque [Nm]:	450
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 3 Bin 160	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5100
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	658,24	
CO	[g/mi]	0,002	
NO _x	[g/mi]	0,025	
THC	[g/mi]	n.a.	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	3097	
Distance	[mi]	15,53	
Average Speed	[mph]	18,0	
Average Ambient Temperature	[°F]	75,3	

Routenabweichung:

Die Abweichung von der Originalstrecke trat im Zeitfenster 2370 – 3096s (Messende) auf.

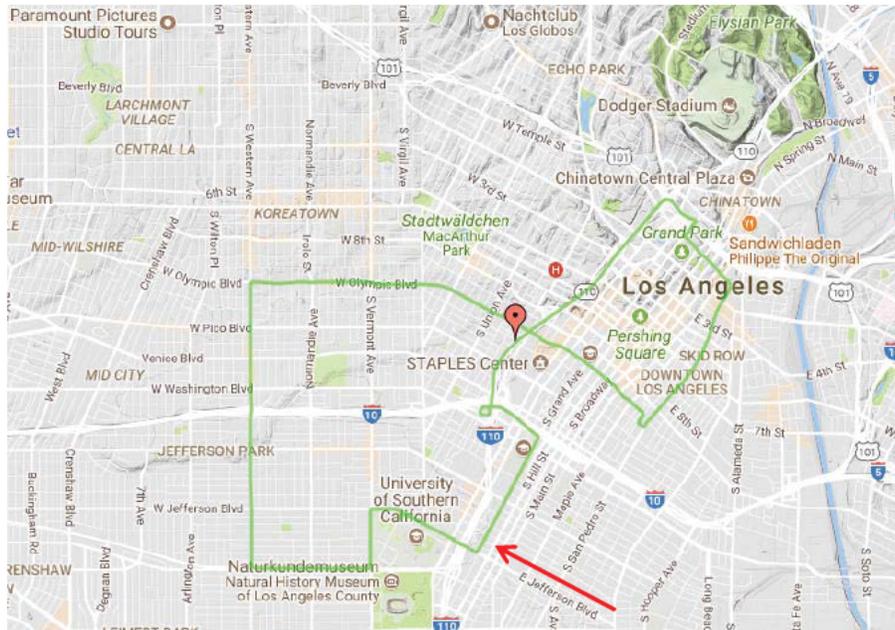


Abbildung 3-7: Abweichungen der LA Downtown (2) Route beim 911 Carrera

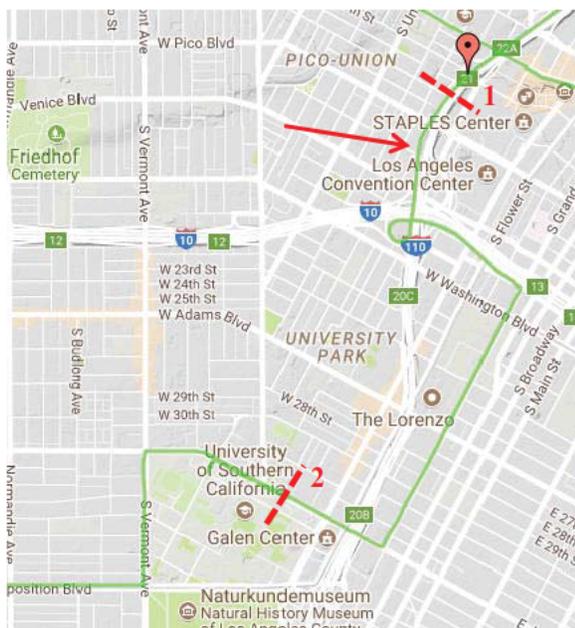
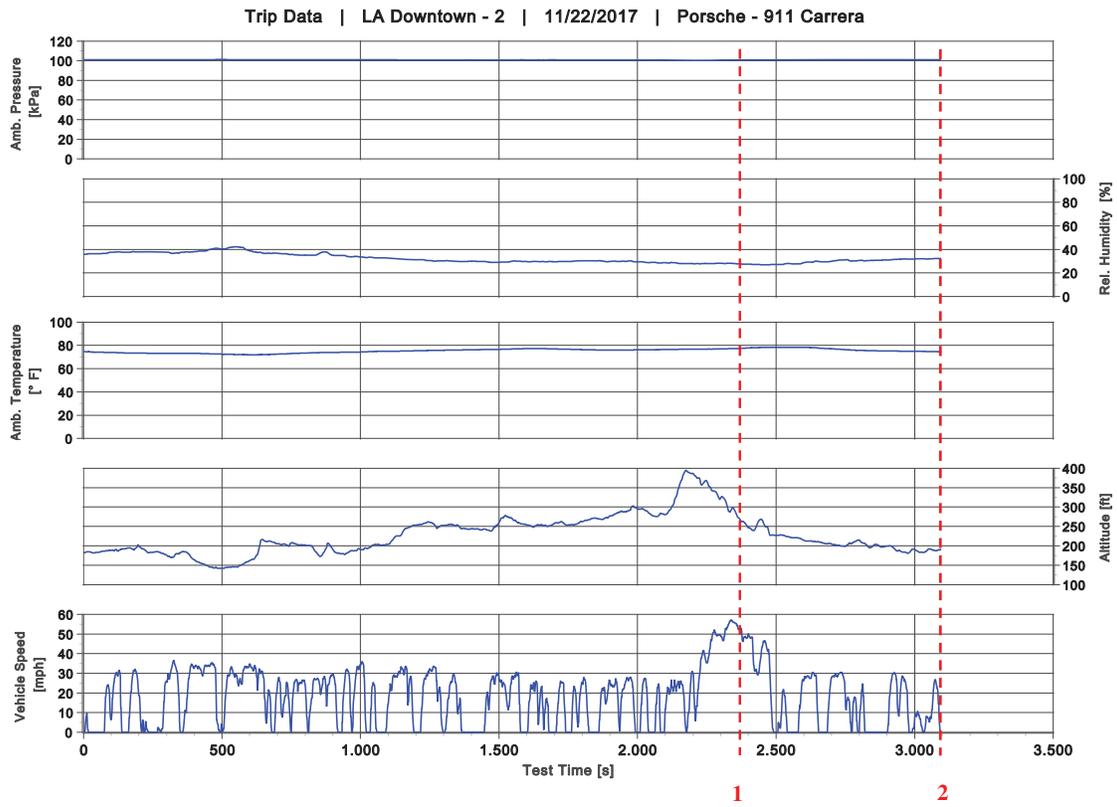
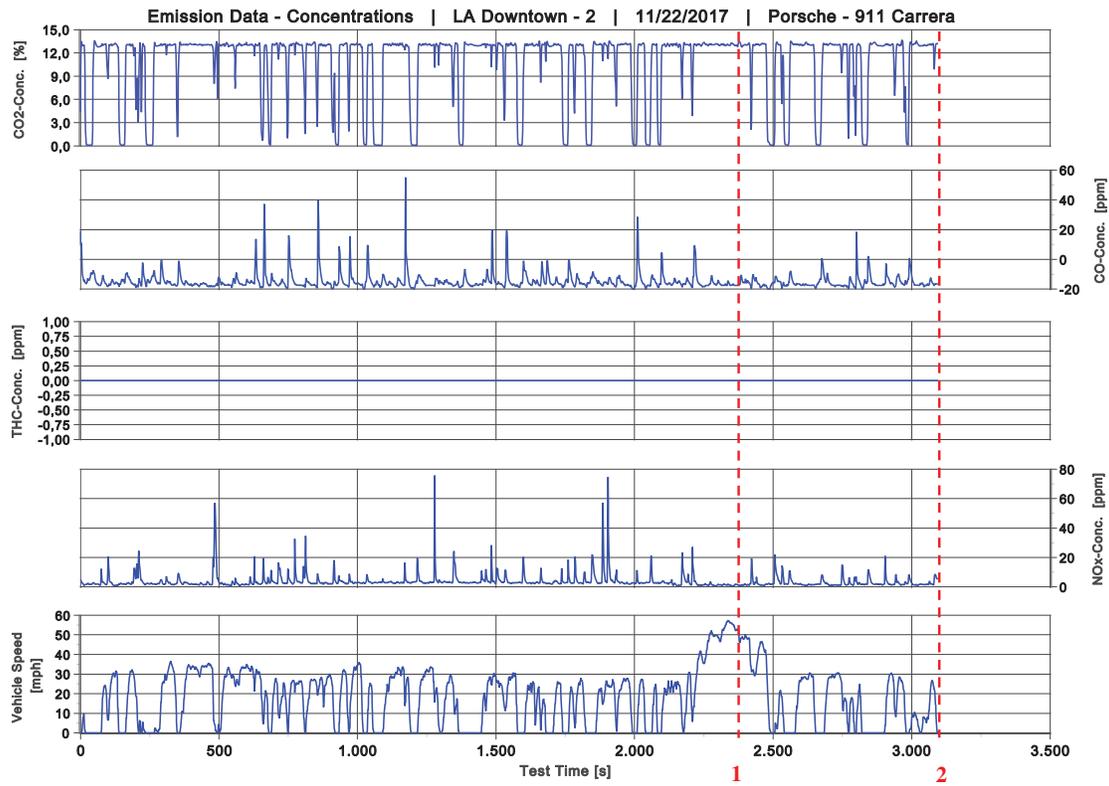
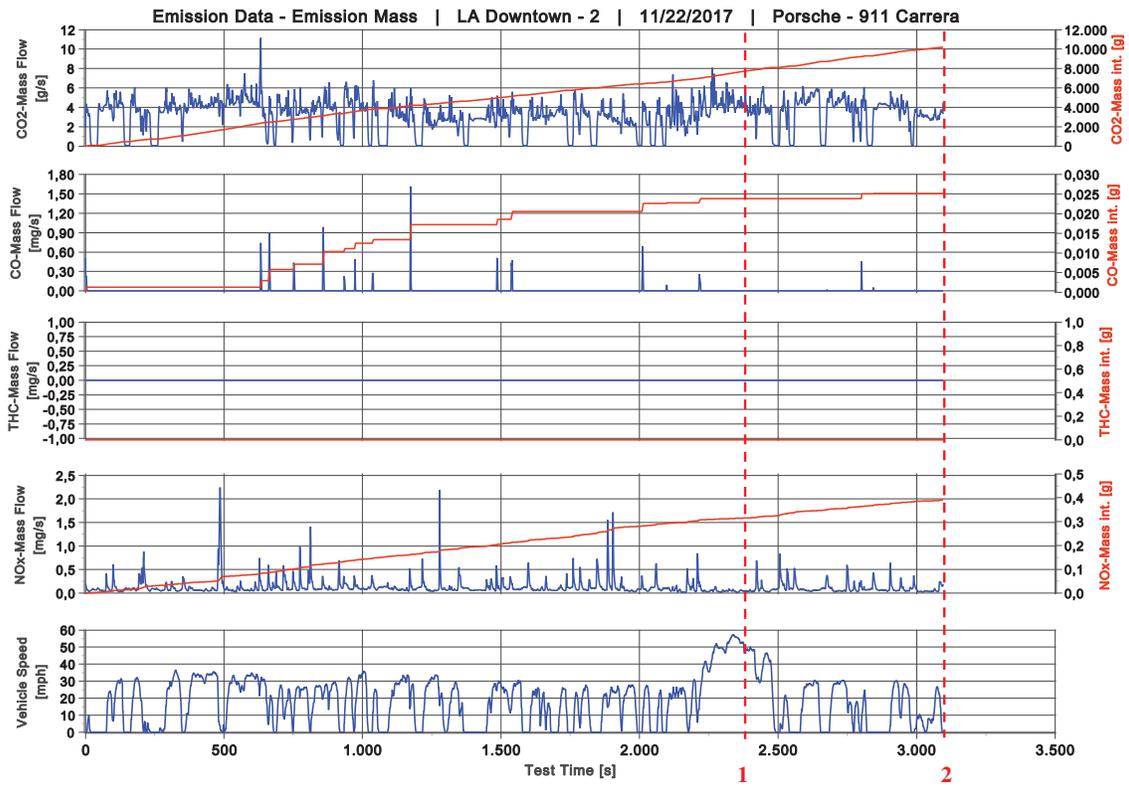
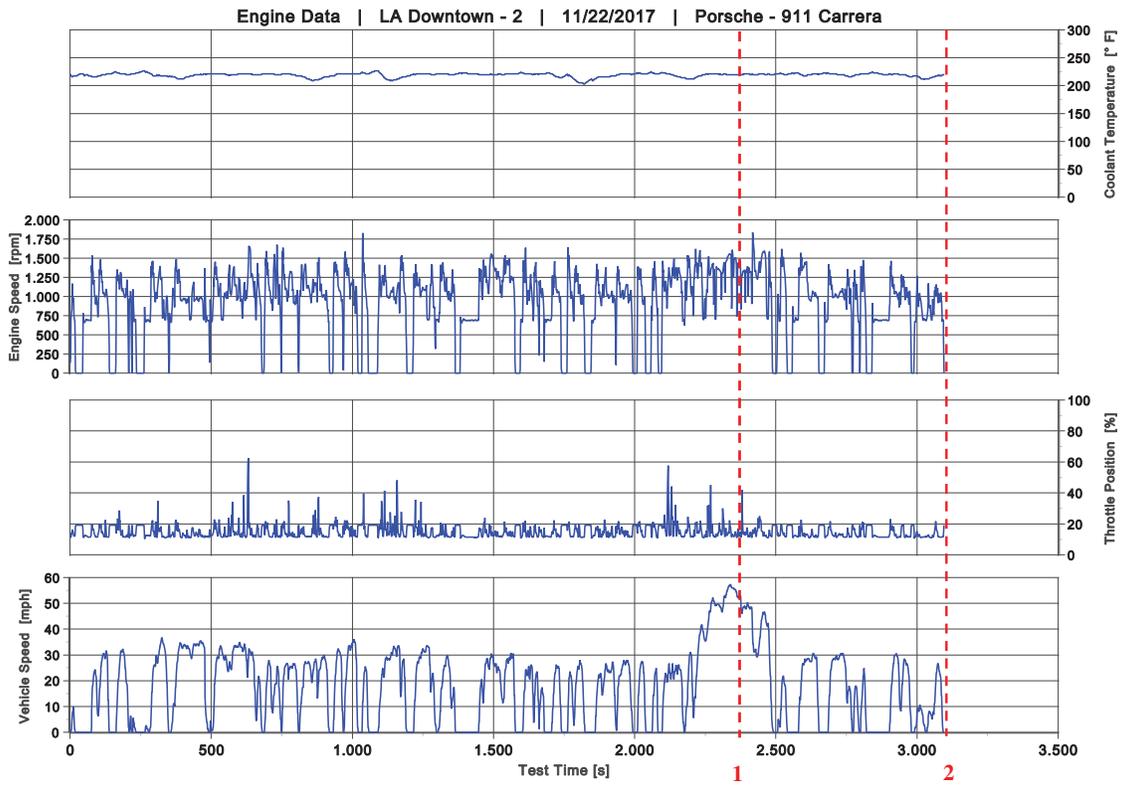


Abbildung 3-8: Detaillierte Abweichungen der LA Downtown (2) Route beim 911 Carrera







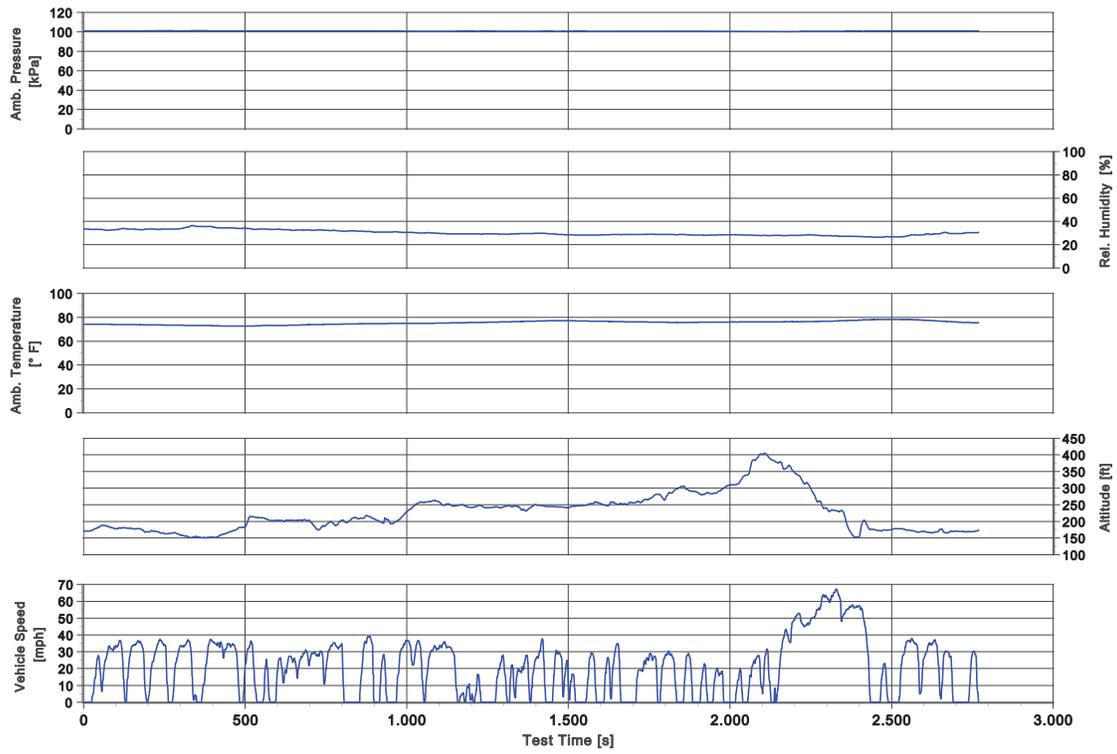


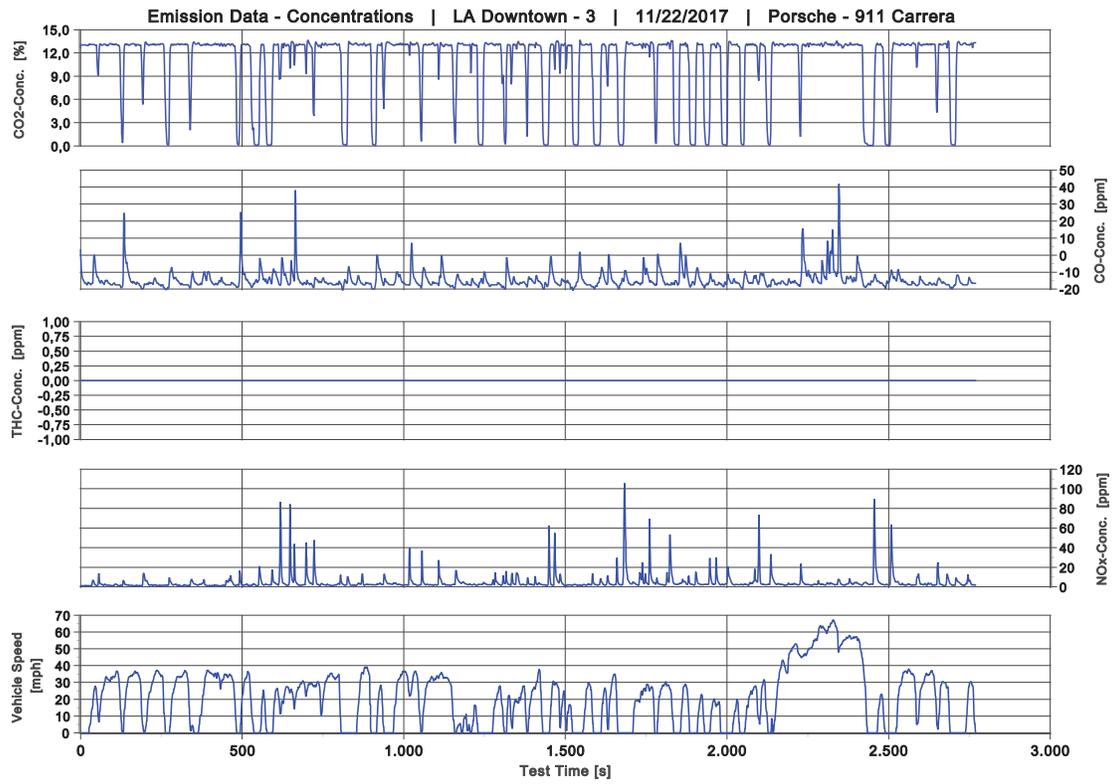
3.6.3 LA Downtown (3)

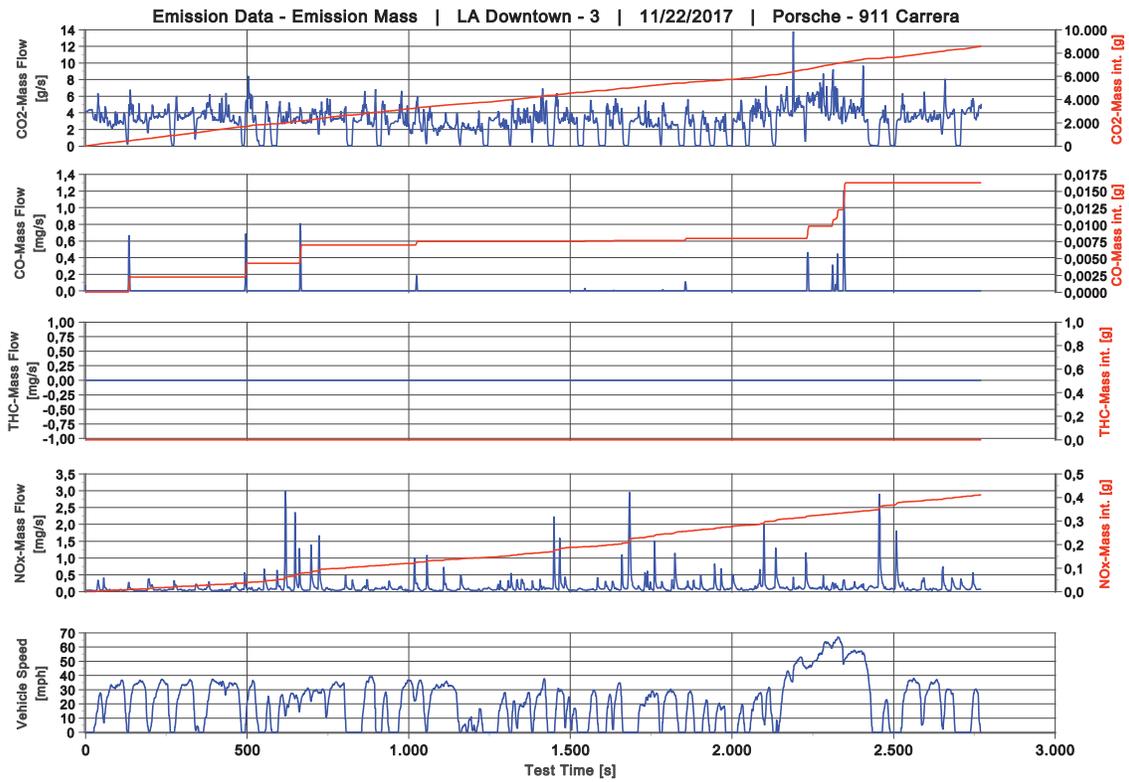
Tabelle 3-23: Zusammenfassung LA Downtown (3) Porsche - 911 Carrera

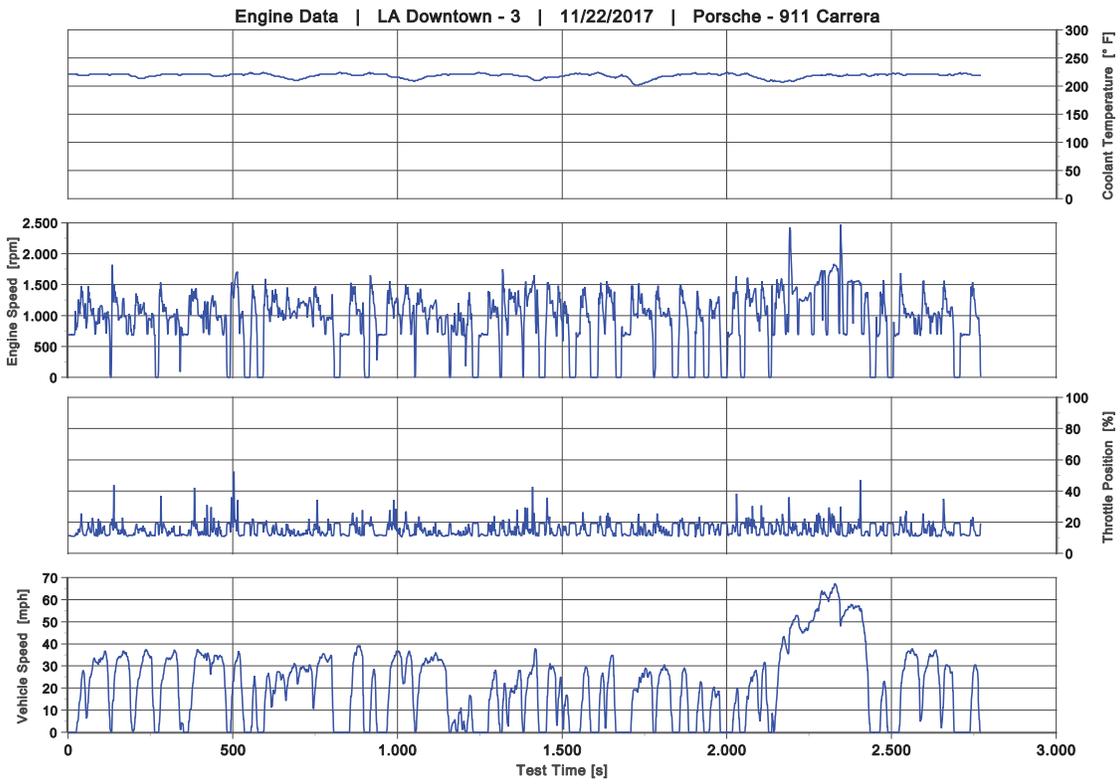
Test Data			
Test Name:	2017-11-22 911-Carrera LA-Downtown3		
Department:	MBtech	Test Date:	11/22/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	RWD
Vehicle Type:	PC / LDV	Nominal Power [kW]:	272
Vehicle Modell:	911 Carrera	Nominal Torque [Nm]:	450
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 3 Bin 160	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5100
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	578,17	
CO	[g/mi]	0,001	
NO _x	[g/mi]	0,028	
THC	[g/mi]	n.a.	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	2772	
Distance	[mi]	15,71	
Average Speed	[mph]	20,4	
Average Ambient Temperature	[°F]	75,5	

Trip Data | LA Downtown - 3 | 11/22/2017 | Porsche - 911 Carrera







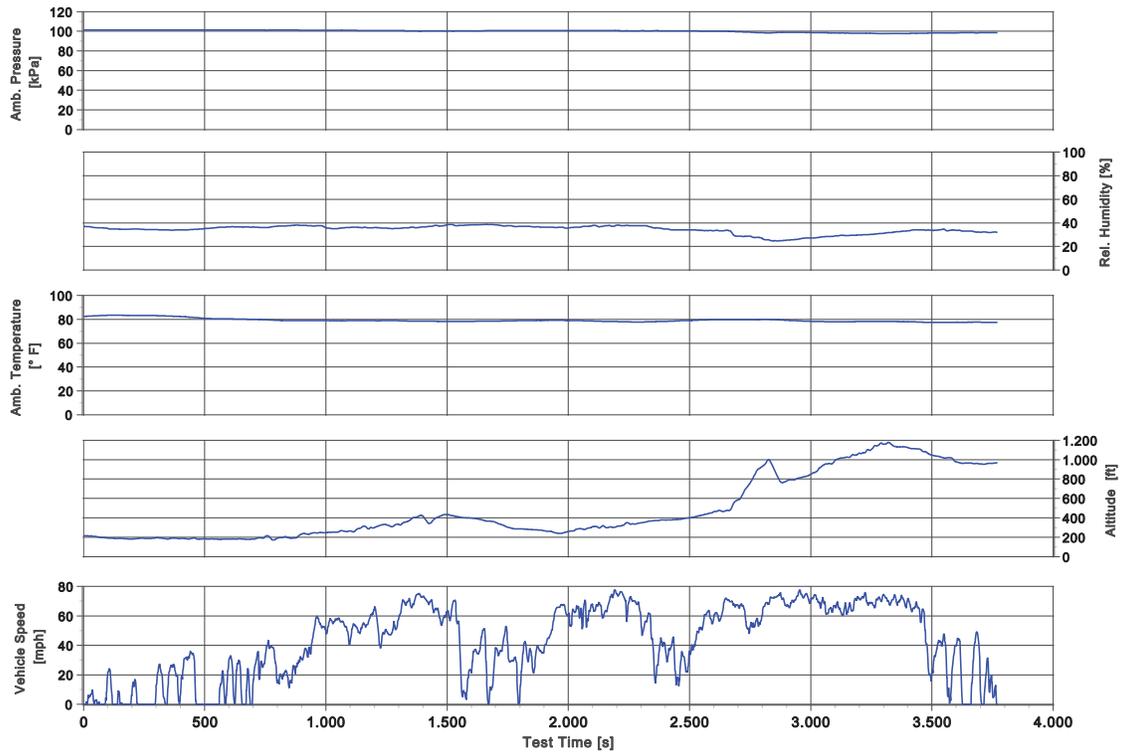


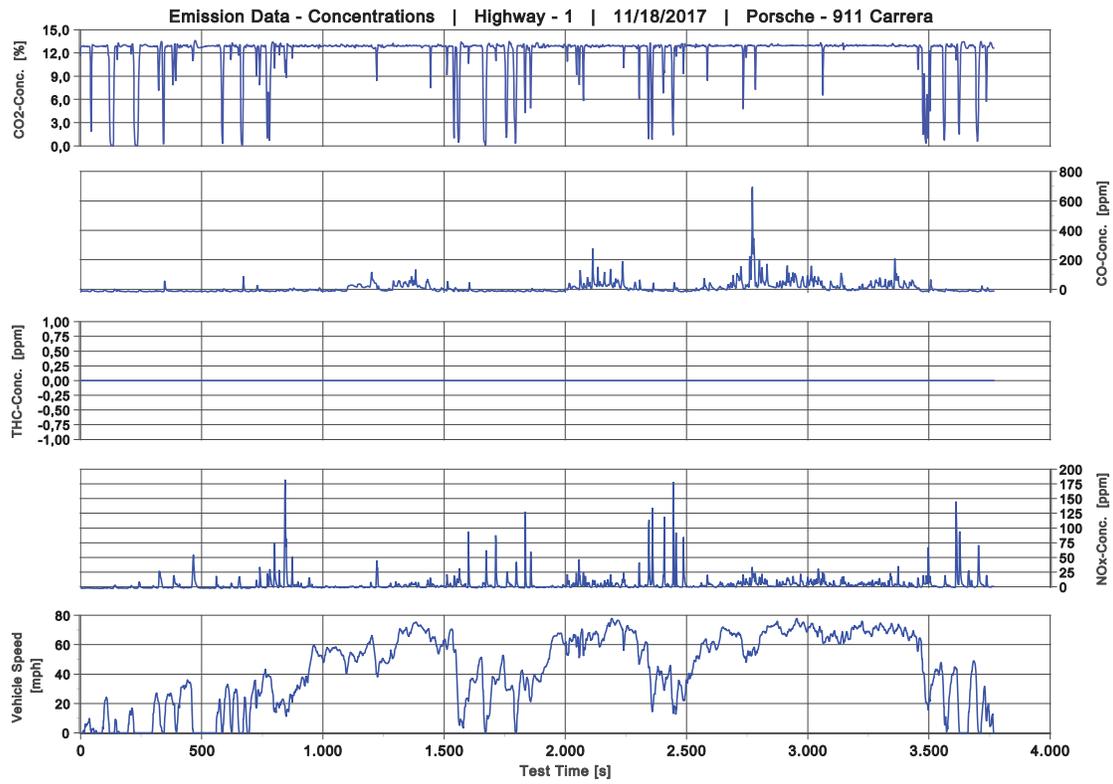
3.6.4 Highway (1)

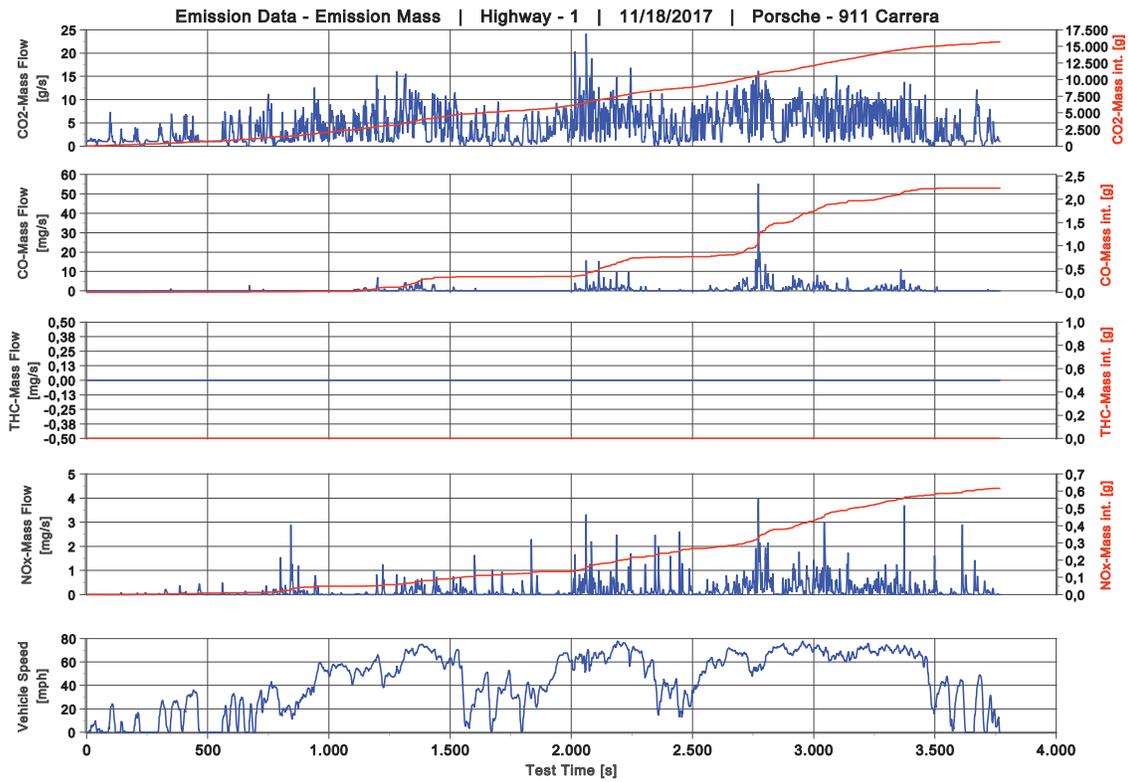
Tabelle 3-24: Zusammenfassung Highway (1) Porsche - 911 Carrera

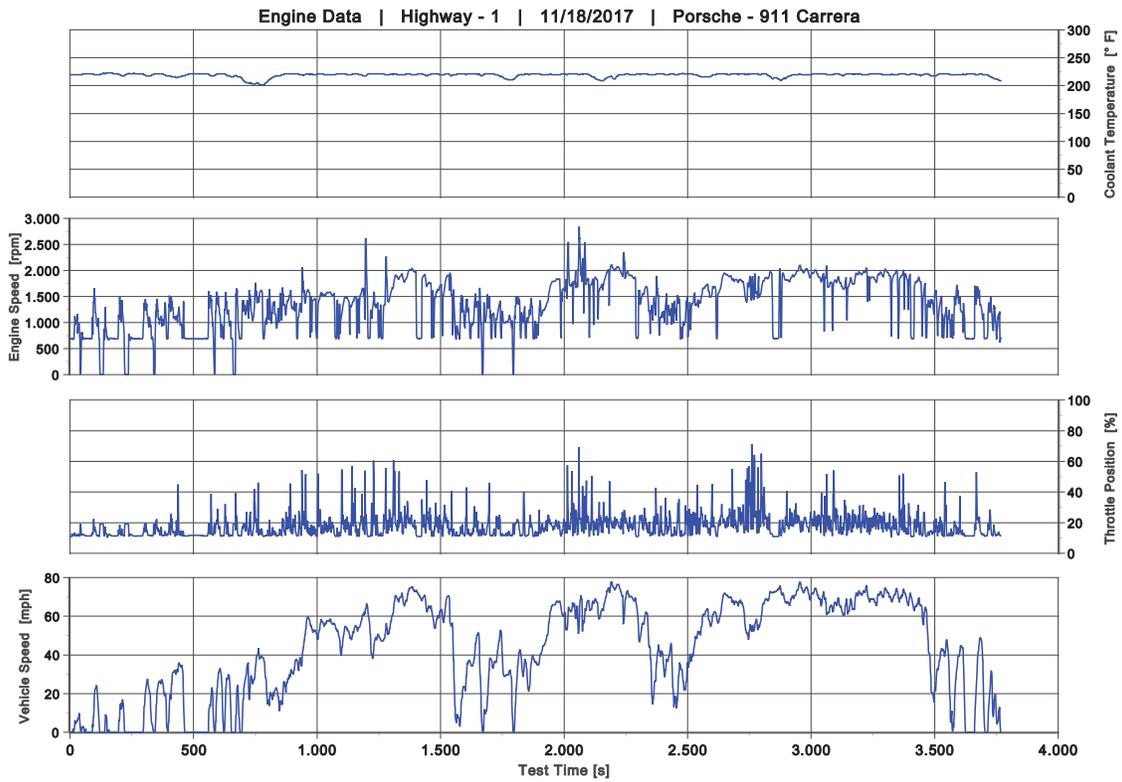
Test Data			
Test Name:	2017-11-18 911-Carrera Highway1		
Department:	MBtech	Test Date:	11/18/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	RWD
Vehicle Type:	PC / LDV	Nominal Power [kW]:	272
Vehicle Modell:	911 Carrera	Nominal Torque [Nm]:	450
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 3 Bin 160	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5100
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	341,30	
CO	[g/mi]	0,049	
NO _x	[g/mi]	0,014	
THC	[g/mi]	n.a.	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	3771	
Distance	[mi]	45,09	
Average Speed	[mph]	43,0	
Average Ambient Temperature	[°F]	79,3	

Trip Data | Highway - 1 | 11/18/2017 | Porsche - 911 Carrera





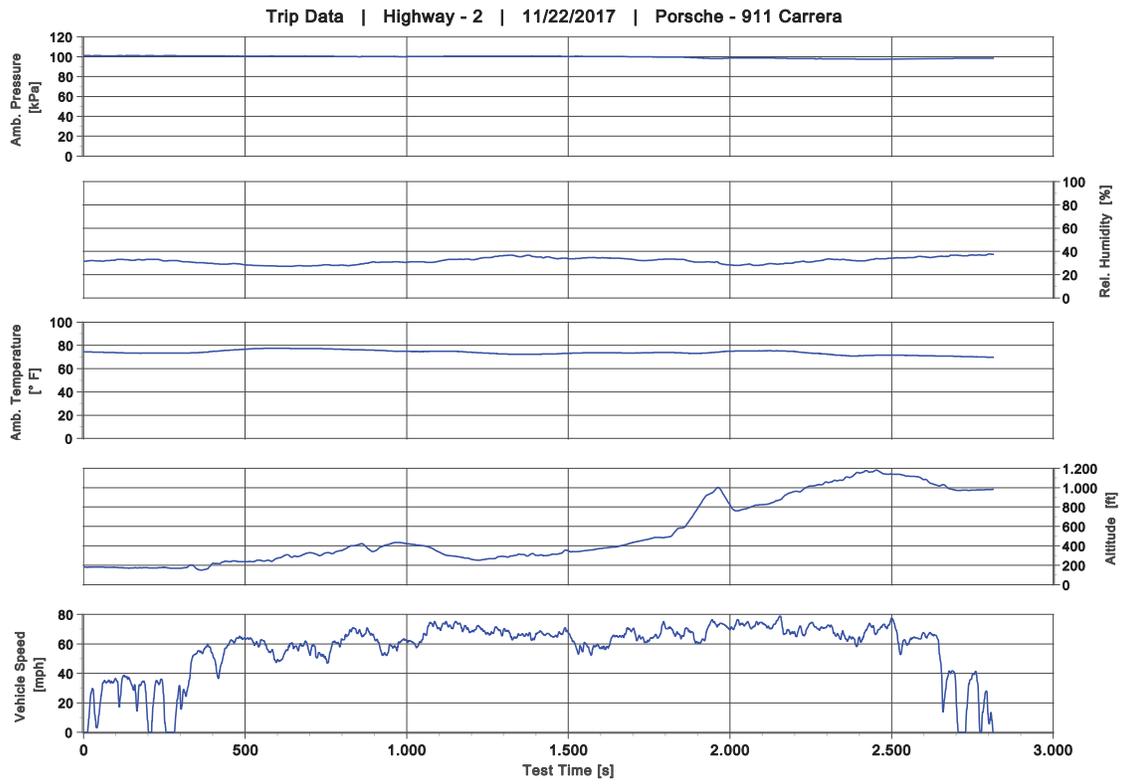


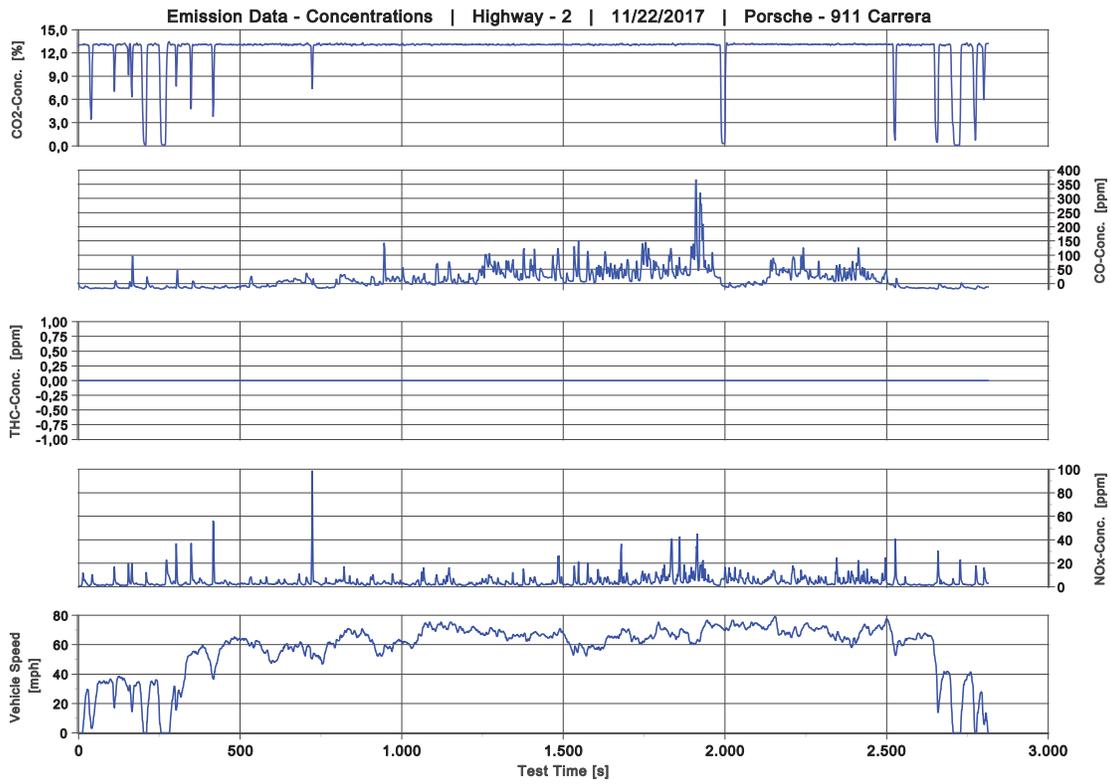


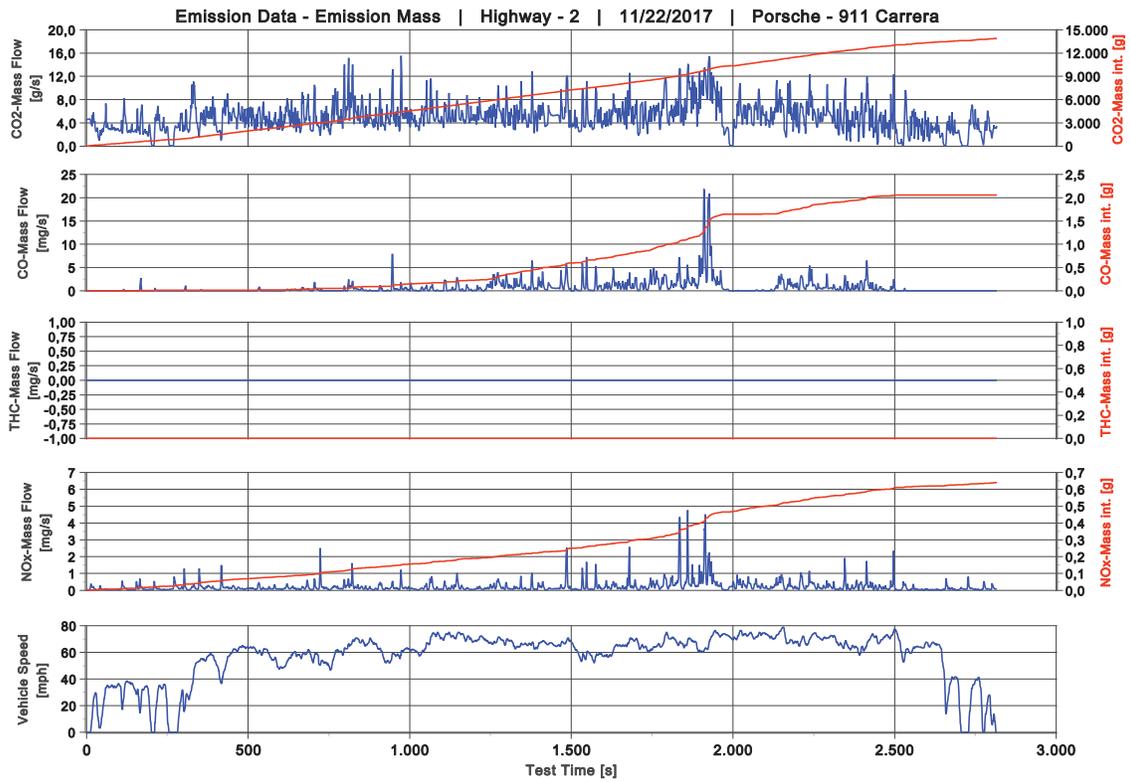
3.6.5 Highway (2)

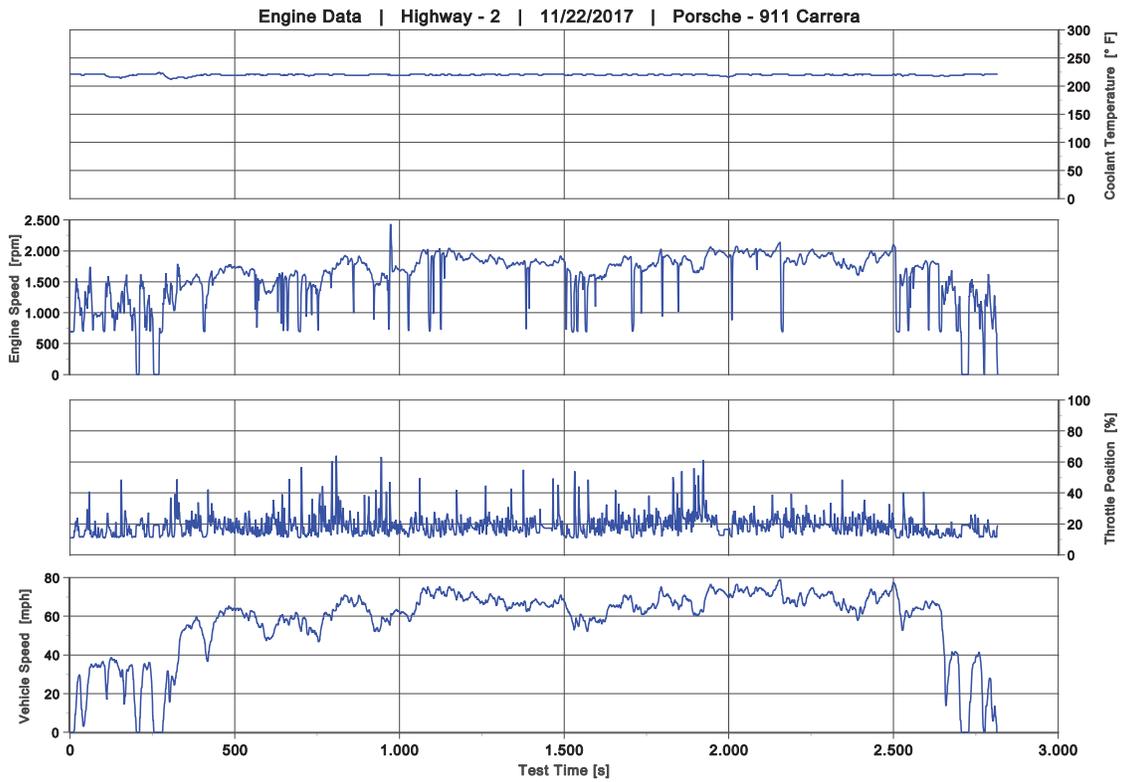
Tabelle 3-25: Zusammenfassung Highway (2) Porsche - 911 Carrera

Test Data			
Test Name:	2017-11-22 911-Carrera Highway2		
Department:	MBtech	Test Date:	11/22/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	RWD
Vehicle Type:	PC / LDV	Nominal Power [kW]:	272
Vehicle Modell:	911 Carrera	Nominal Torque [Nm]:	450
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 3 Bin 160	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5100
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	309,42	
CO	[g/mi]	0,046	
NO _x	[g/mi]	0,014	
THC	[g/mi]	n.a.	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	2817	
Distance	[mi]	44,85	
Average Speed	[mph]	57,3	
Average Ambient Temperature	[°F]	73,8	







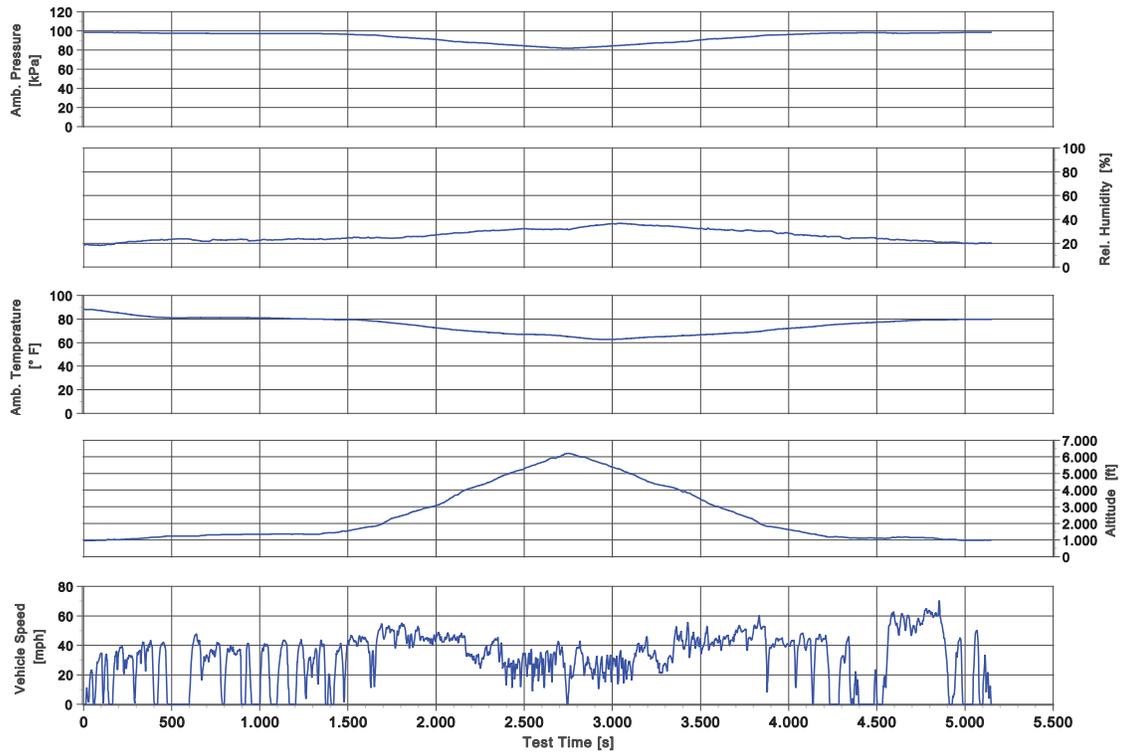


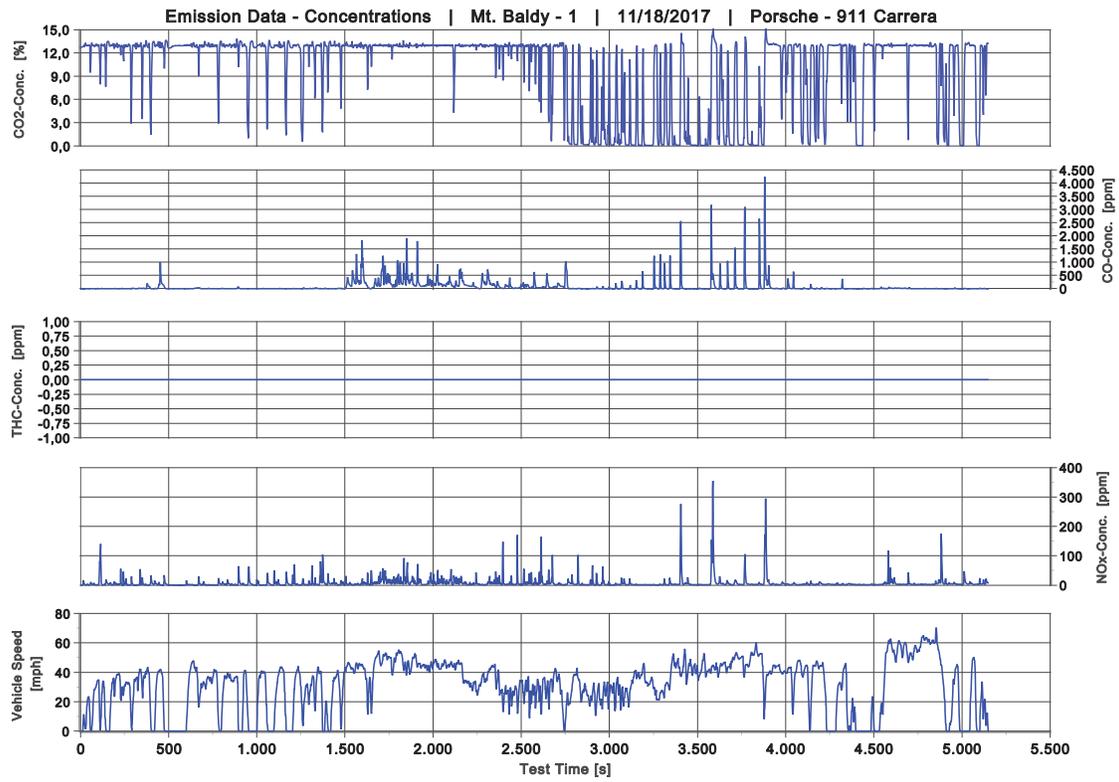
3.6.6 Mt Baldy (1)

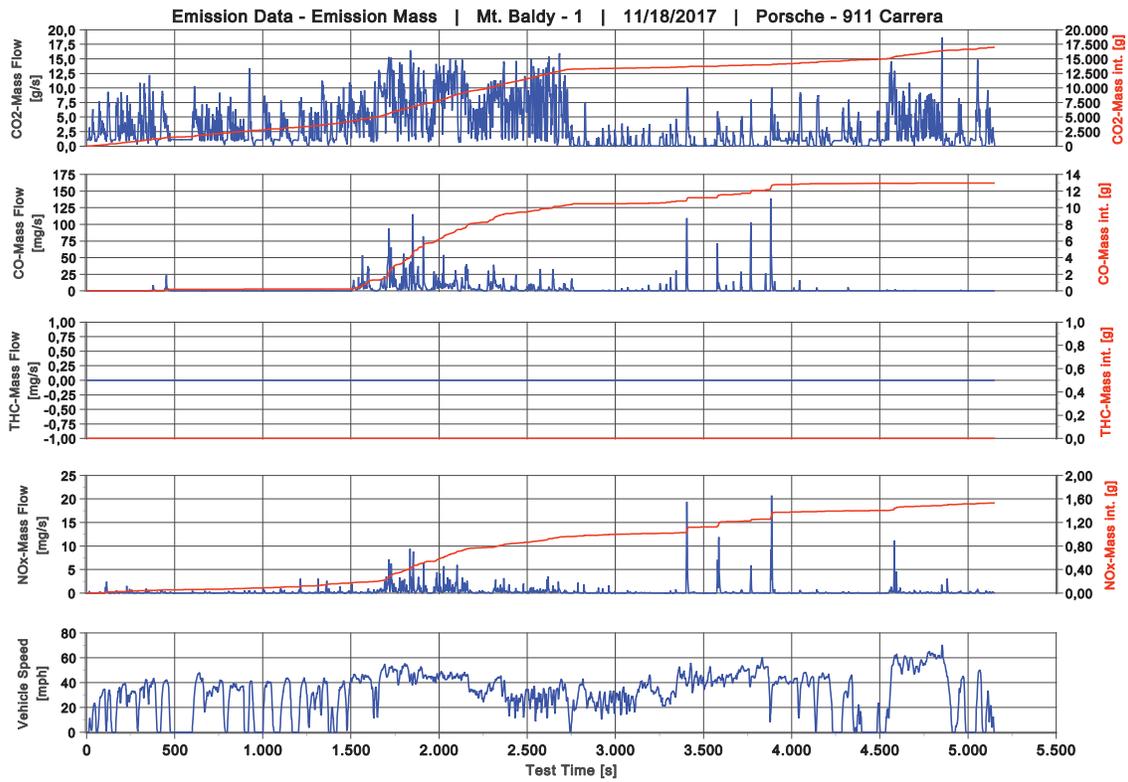
Tabelle 3-26: Zusammenfassung Mt. Baldy (1) -Porsche 911 Carrera

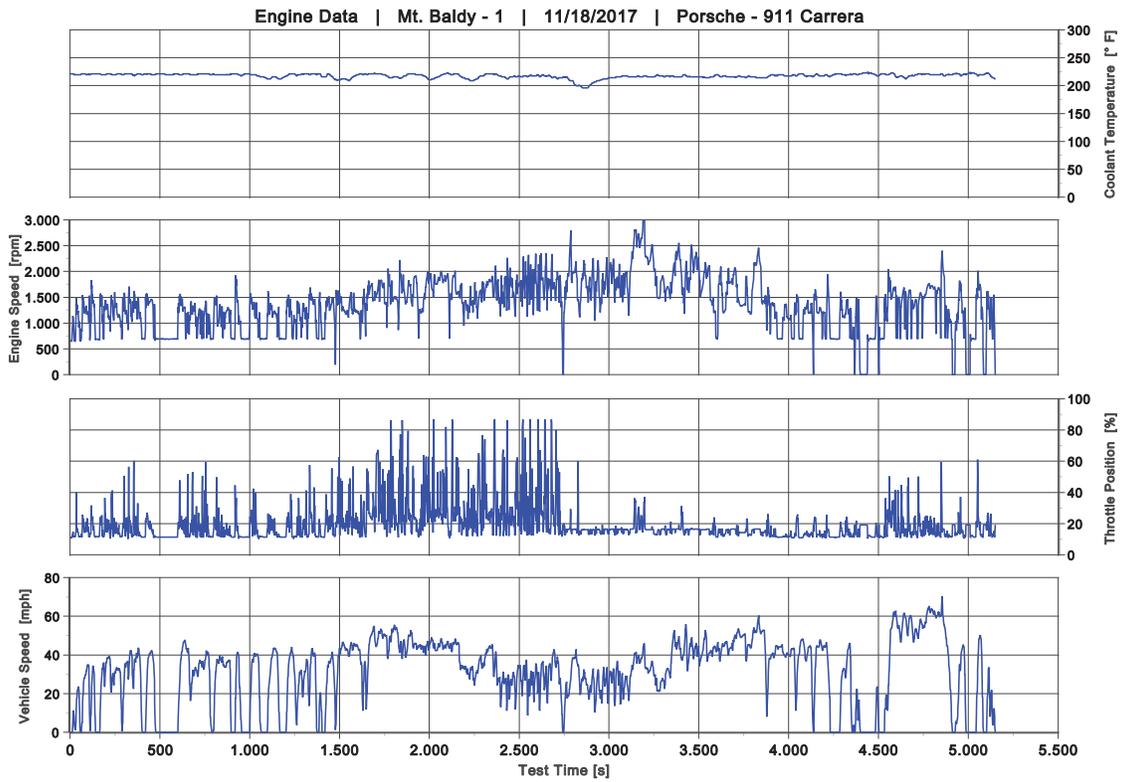
Test Data			
Test Name:	2017-11-18 911-Carrera Mt.-Baldy1		
Department:	MBtech	Test Date:	11/18/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	RWD
Vehicle Type:	PC / LDV	Nominal Power [kW]:	272
Vehicle Modell:	911 Carrera	Nominal Torque [Nm]:	450
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 3 Bin 160	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5100
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	373,11	
CO	[g/mi]	0,289	
NO _x	[g/mi]	0,034	
THC	[g/mi]	n.a.	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	5152	
Distance	[mi]	44,69	
Average Speed	[mph]	31,2	
Average Ambient Temperature	[°F]	74,6	

Trip Data | Mt. Baldy - 1 | 11/18/2017 | Porsche - 911 Carrera







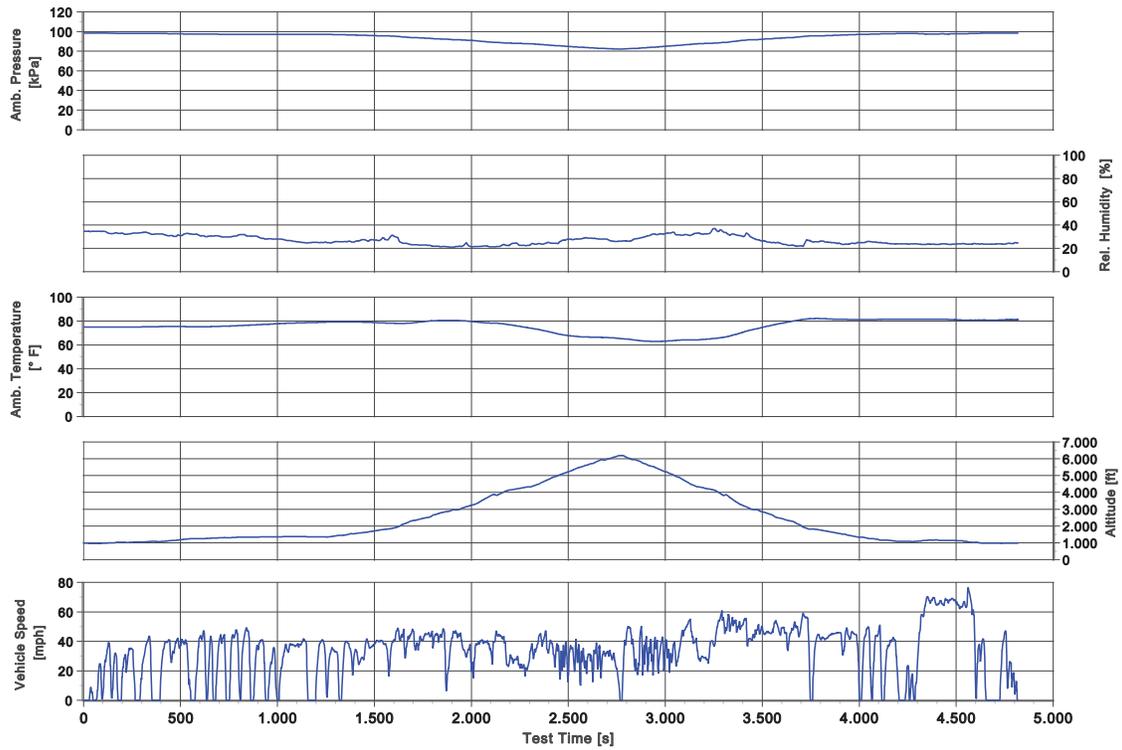


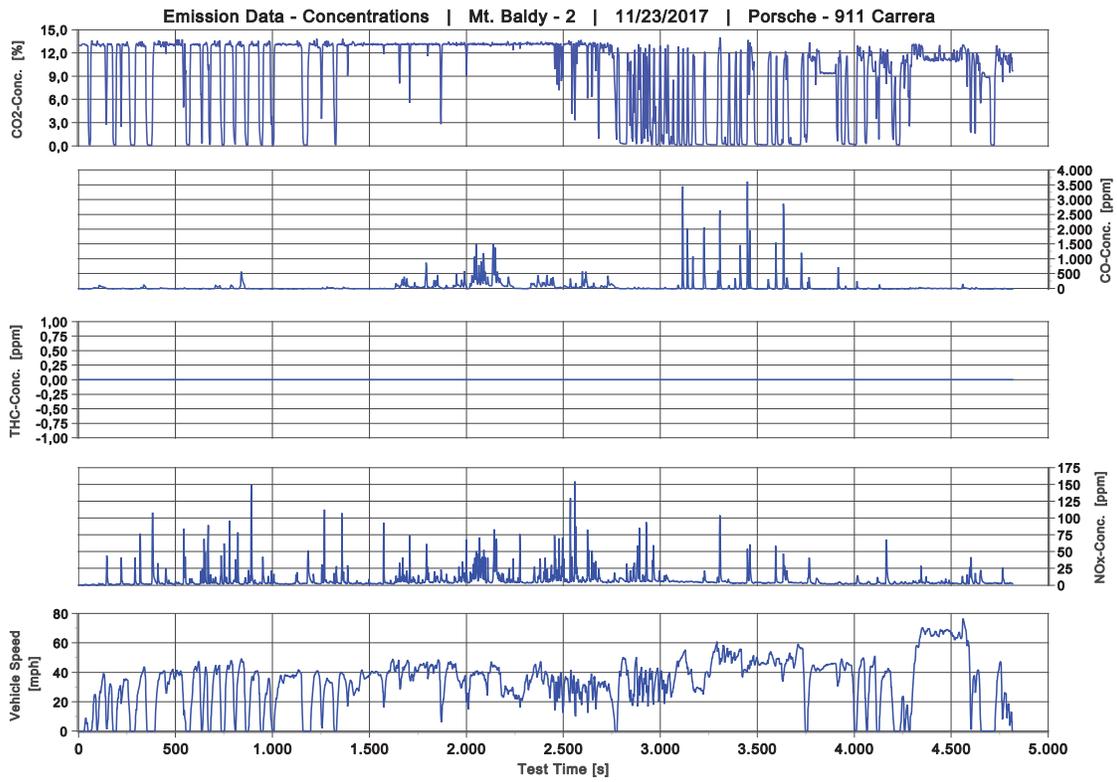
3.6.7 Mt Baldy (2)

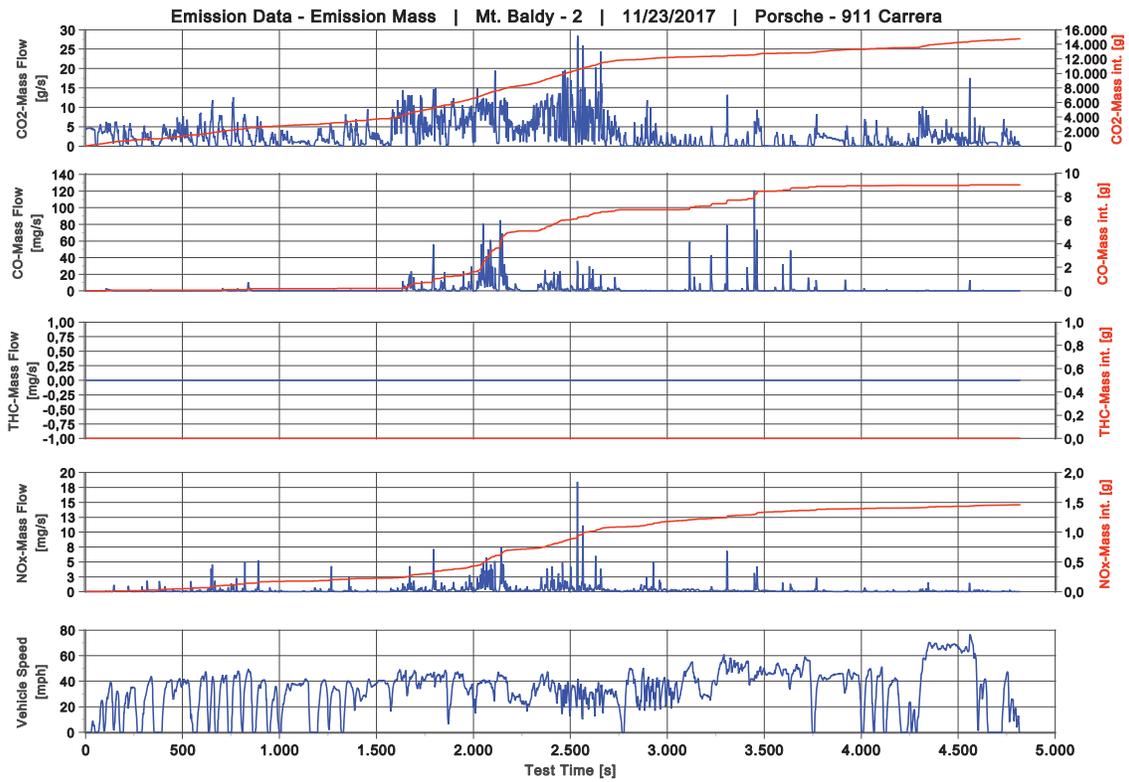
Tabelle 3-27: Zusammenfassung Mt. Baldy (2) Porsche - 911 Carrera

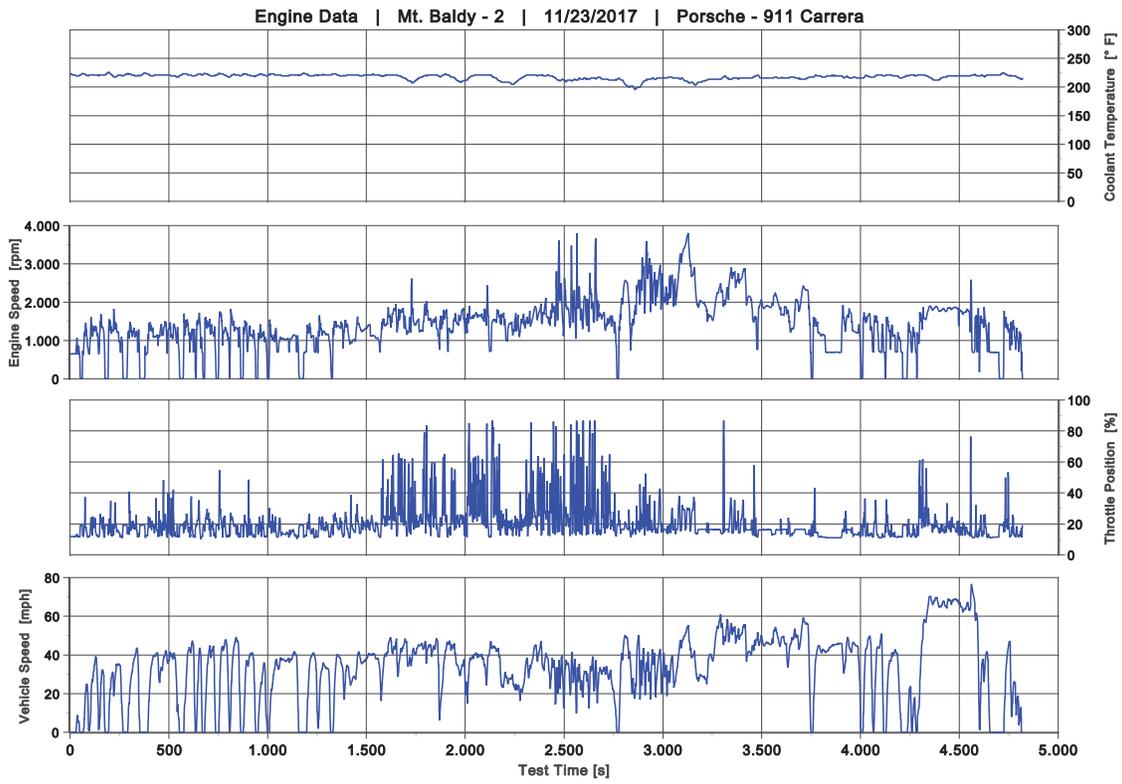
Test Data			
Test Name:	2017-11-23 911-Carrera Mt.-Baldy2		
Department:	MBtech	Test Date:	11/23/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	RWD
Vehicle Type:	PC / LDV	Nominal Power [kW]:	272
Vehicle Modell:	911 Carrera	Nominal Torque [Nm]:	450
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 3 Bin 160	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 5100
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	330,75	
CO	[g/mi]	0,202	
NO _x	[g/mi]	0,034	
THC	[g/mi]	n.a.	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	4822	
Distance	[mi]	44,50	
Average Speed	[mph]	33,2	
Average Ambient Temperature	[°F]	75,6	

Trip Data | Mt. Baldy - 2 | 11/23/2017 | Porsche - 911 Carrera









3.7 Panamera Turbo

Die folgende Tabelle fasst die Emissionsmessungen für das Fahrzeug Panamera Turbo zusammen.

Tabelle 3-28: Emissionsübersicht Porsche – Panamera Turbo

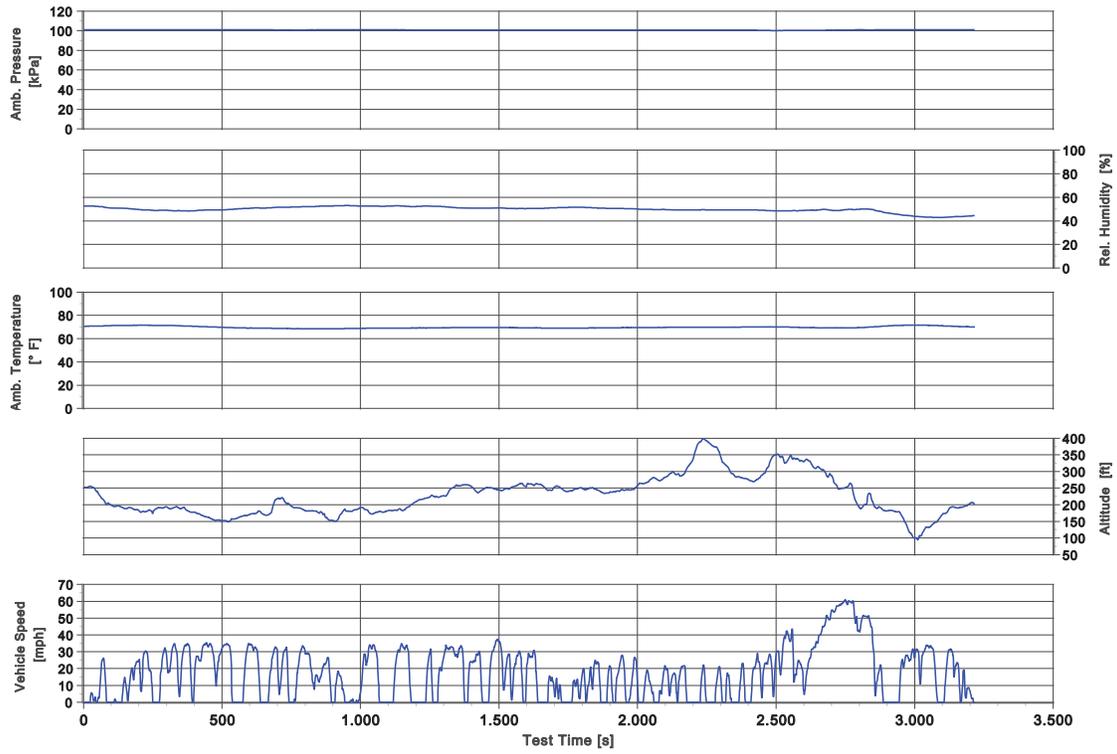
Panamera Turbo		Emissionen				Test	
Datum	Route / Test	CO ₂ [g/mi]	CO [g/mi]	NO _x [g/mi]	THC [g/mi]	Dauer [s]	Distanz [mi]
27/11/17	LA Downtown	507,03	0,000	0,012	0,000	3218	15,51
27/11/17	Highway	354,44	0,162	0,008	0,008	3727	44,22
23/11/17	Mt. Baldy	491,67	0,141	0,019	0,014	4705	43,80
29/11/17	FTP75 (PEMS)	418,16	0,041	0,032	0,031	2507	10,74
29/11/17	FTP75 (Dyno)	410,87	0,060	0,040	0,036		

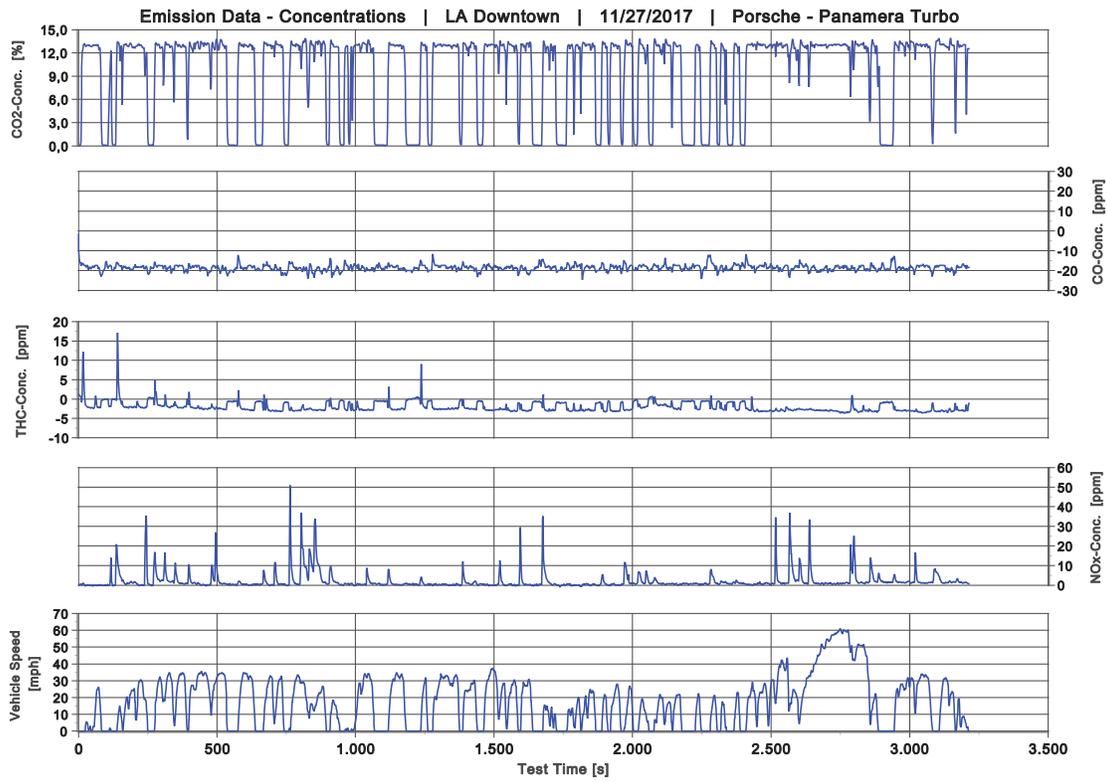
3.7.1 LA Downtown

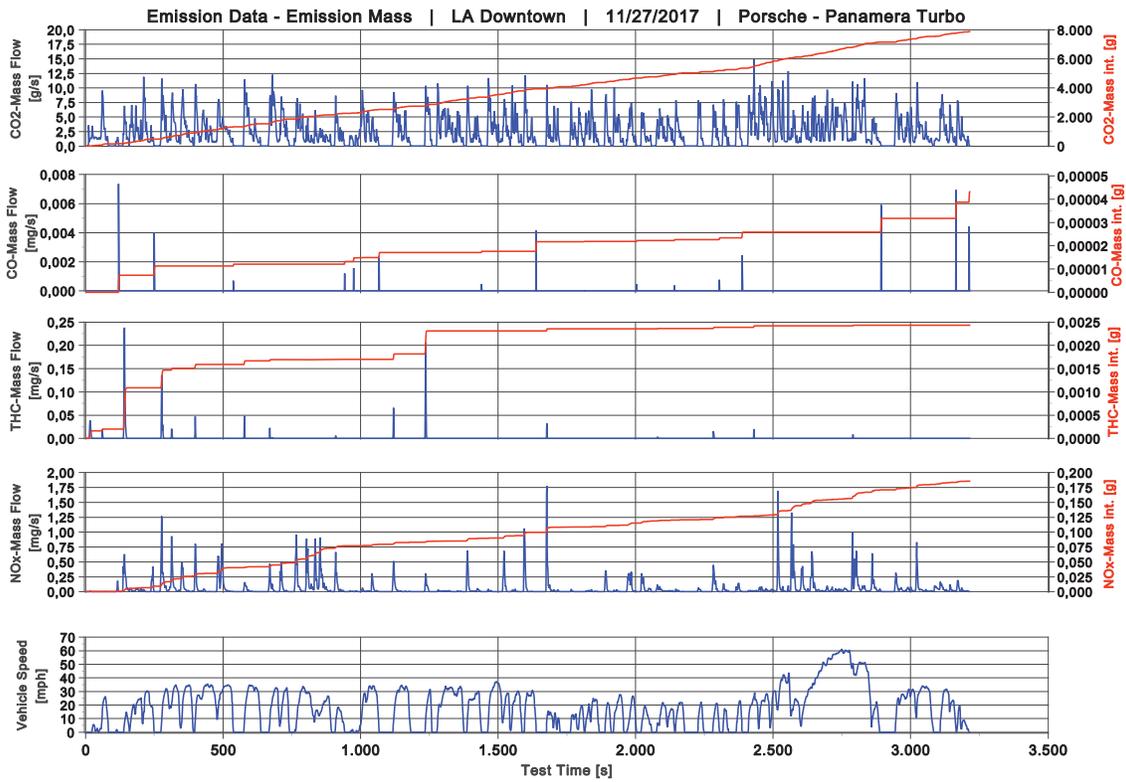
Tabelle 3-29: Zusammenfassung LA Downtown Porsche - Panamera Turbo

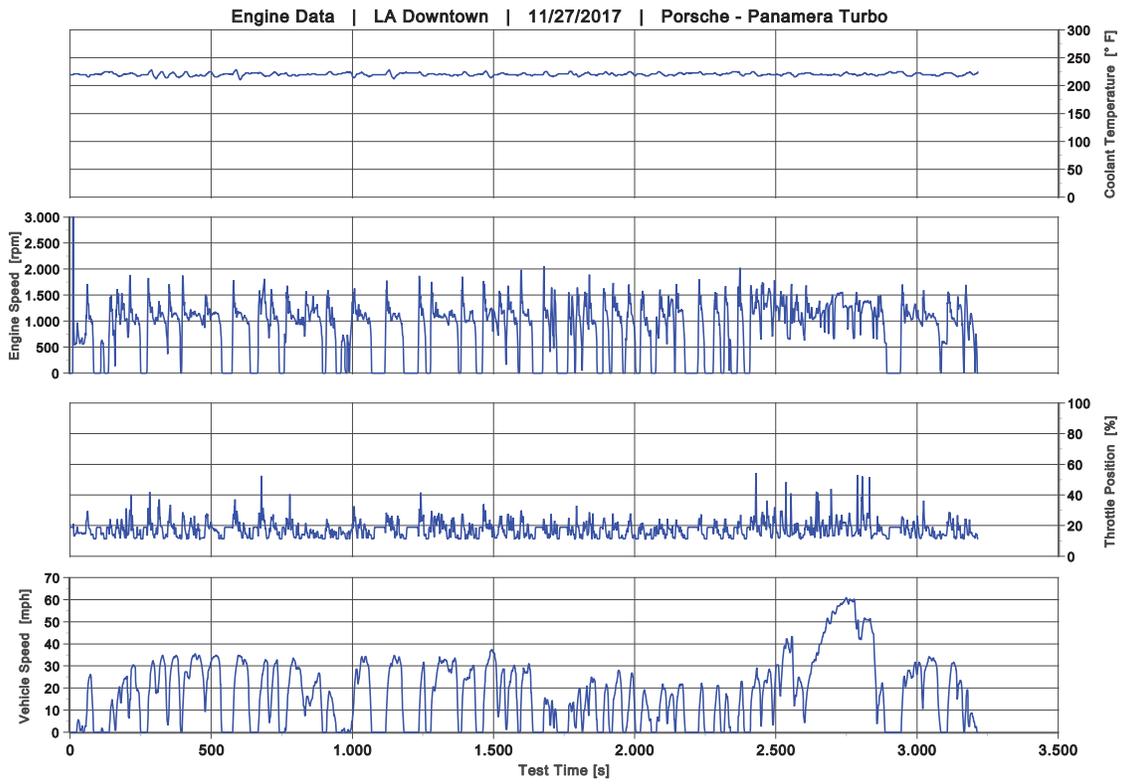
Test Data			
Test Name:	2017-11-27 Panamera-Turbo LA-Downtown		
Department:	MBtech	Test Date:	11/27/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	PC / LDV	Nominal Power [kW]:	404
Vehicle Modell:	Panamera Turbo	Nominal Torque [Nm]:	770
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 3 Bin 125	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 700
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	507,03	
CO	[g/mi]	0,000	
NO _x	[g/mi]	0,012	
THC	[g/mi]	0,000	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	3218	
Distance	[mi]	15,51	
Average Speed	[mph]	17,3	
Average Ambient Temperature	[°F]	69,7	

Trip Data | LA Downtown | 11/27/2017 | Porsche - Panamera Turbo







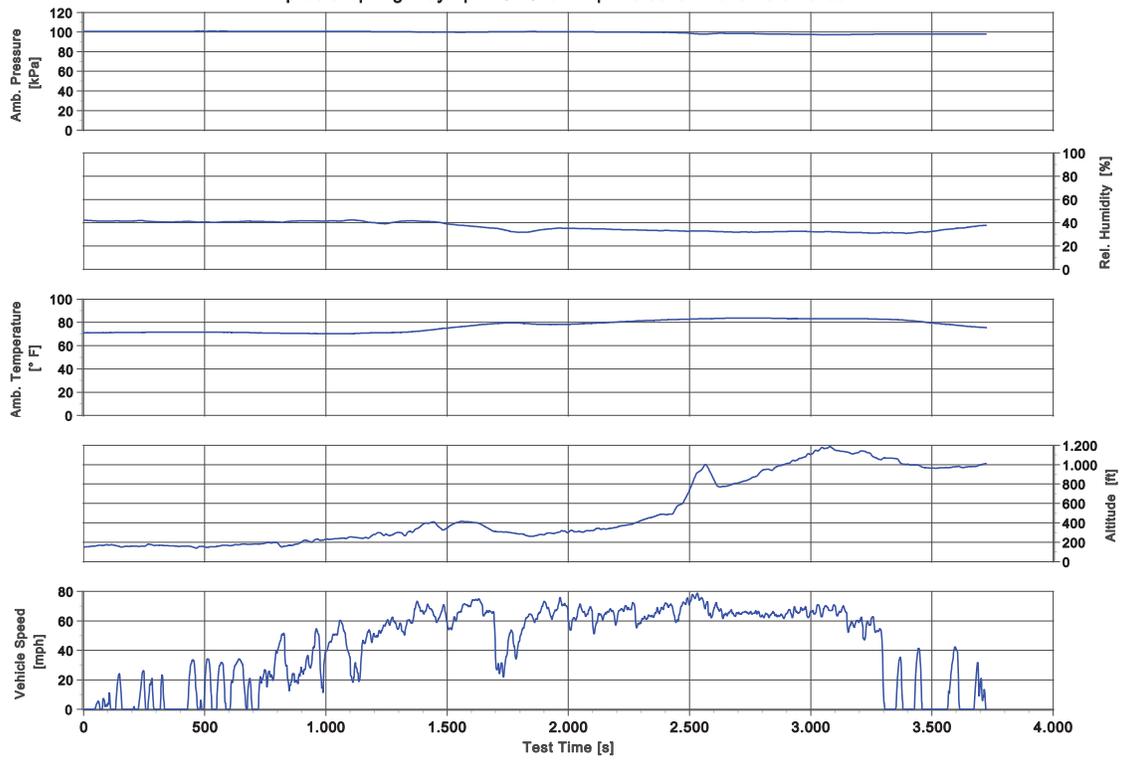


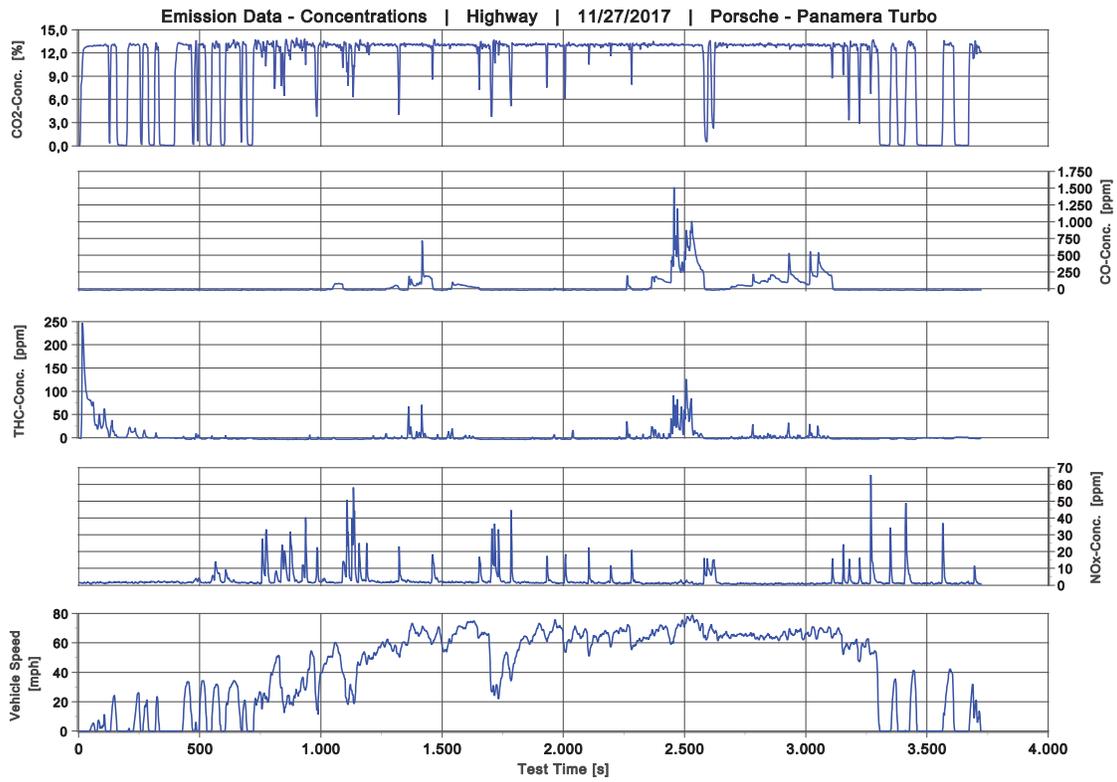
3.7.2 Highway

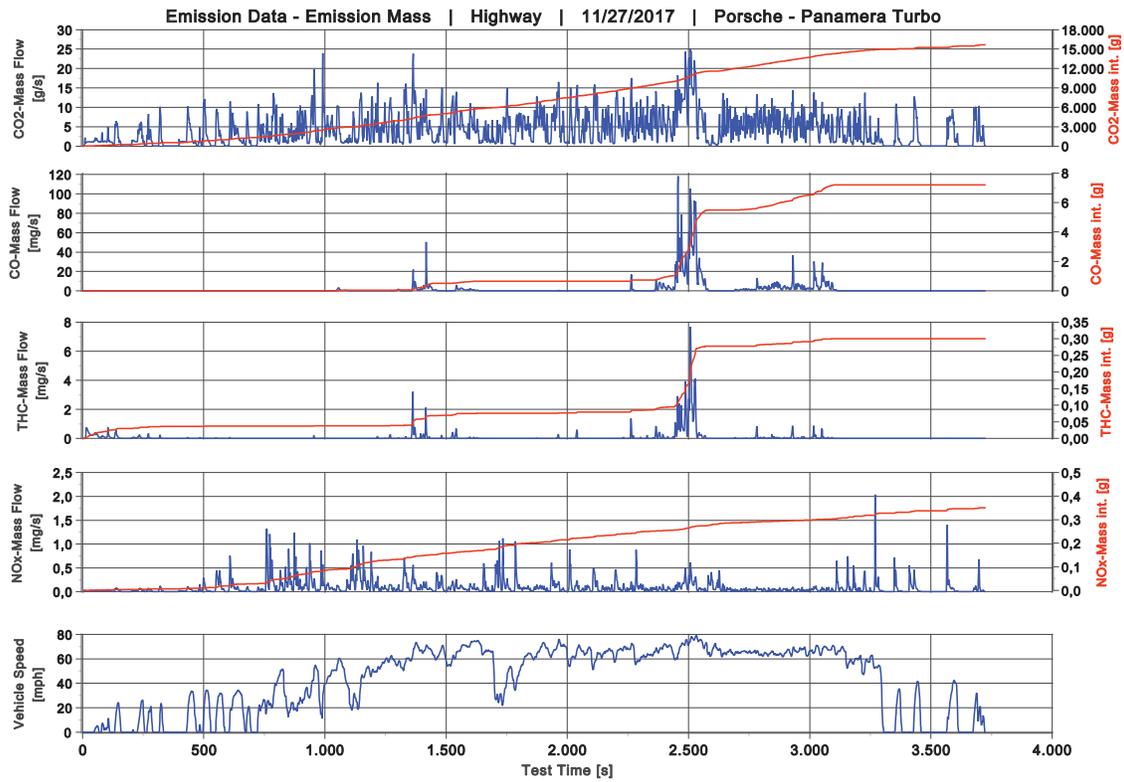
Tabelle 3-30: Zusammenfassung Highway Porsche - Panamera Turbo

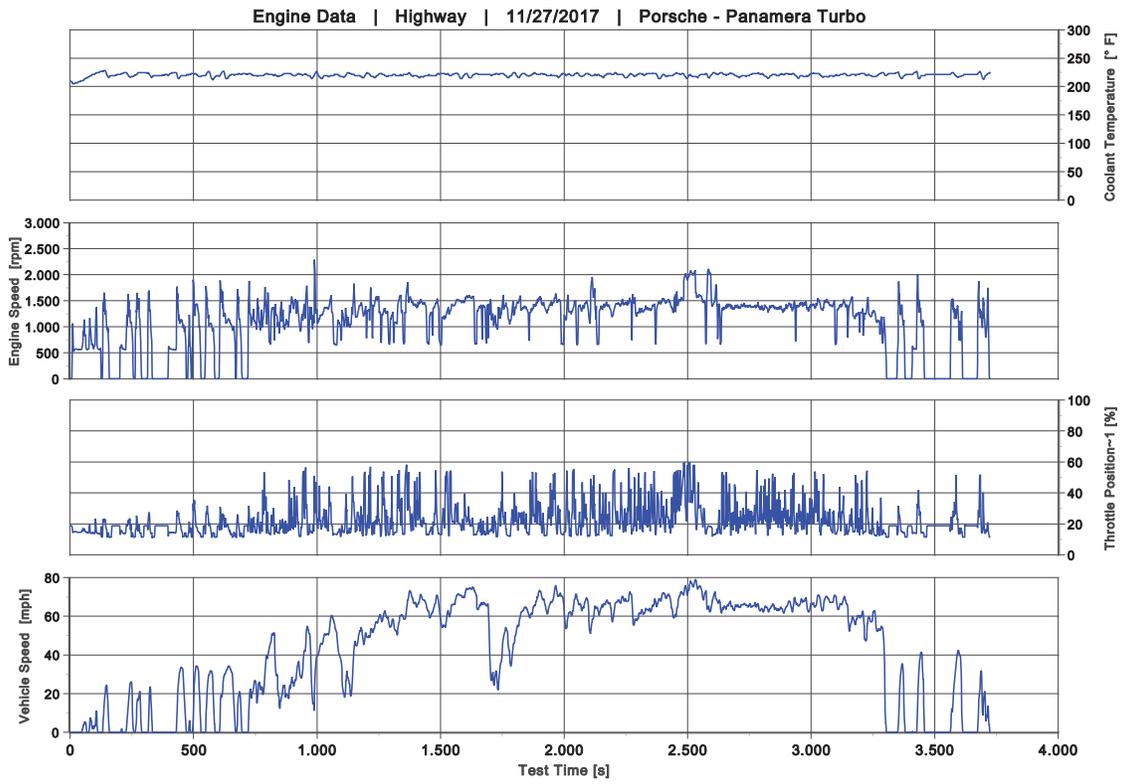
Test Data			
Test Name:	2017-11-27 Panamera-Turbo Highway		
Department:	MBtech	Test Date:	11/27/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	PC / LDV	Nominal Power [kW]:	404
Vehicle Modell:	Panamera Turbo	Nominal Torque [Nm]:	770
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 3 Bin 125	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 700
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	354,44	
CO	[g/mi]	0,162	
NO _x	[g/mi]	0,008	
THC	[g/mi]	0,008	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	3727	
Distance	[mi]	44,22	
Average Speed	[mph]	42,7	
Average Ambient Temperature	[°F]	77,0	

Trip Data | Highway | 11/27/2017 | Porsche - Panamera Turbo







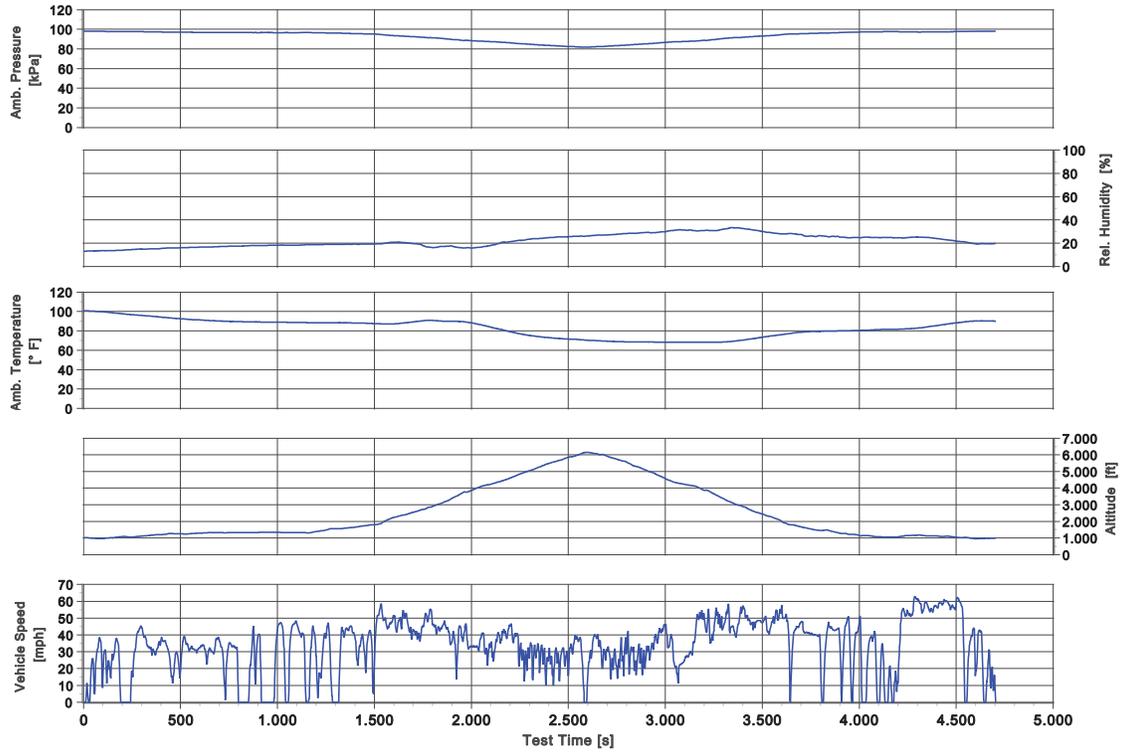


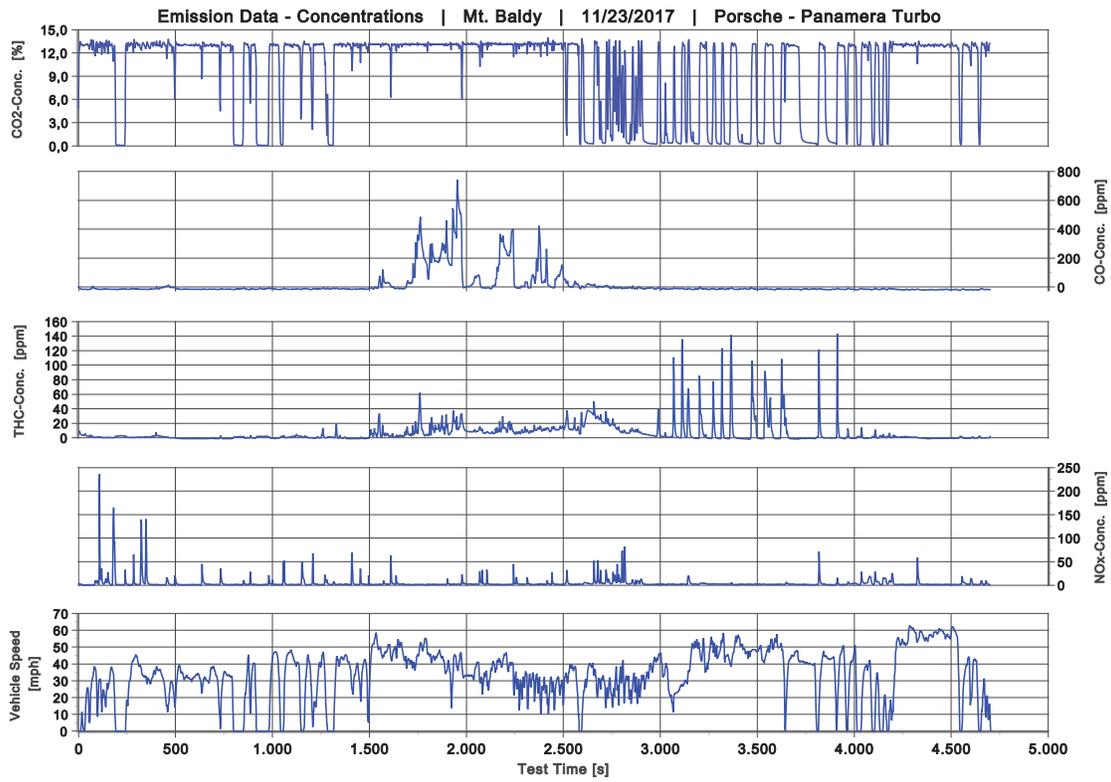
3.7.3 Mt. Baldy

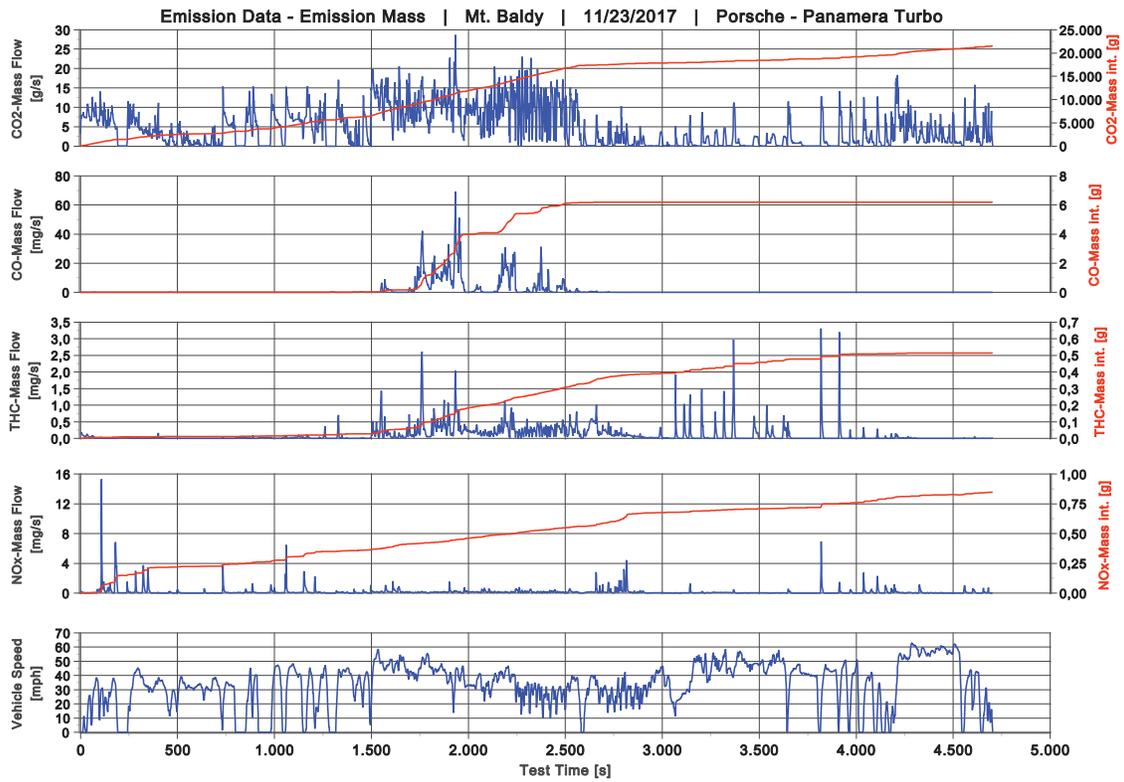
Tabelle 3-31: Zusammenfassung Mt. Baldy Porsche - Panamera Turbo

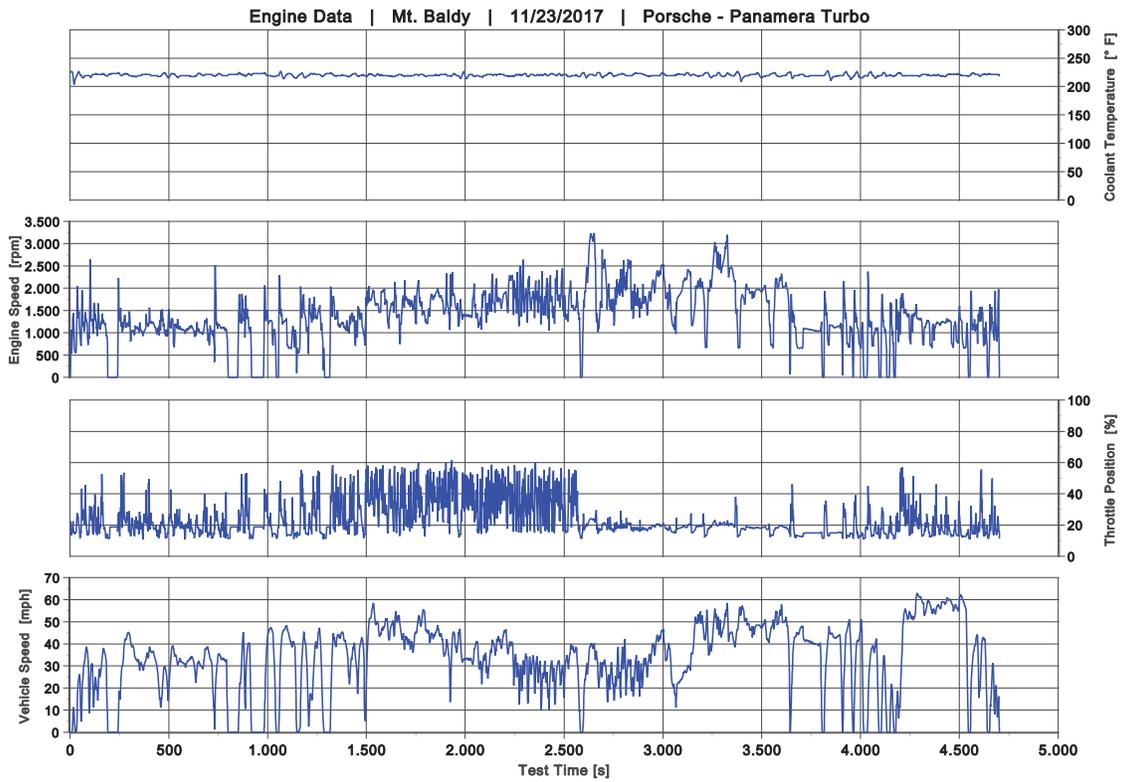
Test Data			
Test Name:	2017-11-23 Panamera-Turbo Mt.-Baldy		
Department:	MBtech	Test Date:	11/23/2017
Driving Mode:	Default	Number of Passengers:	2
Vehicle Data			
Manufacturer:	Porsche	Type of Drive:	AWD
Vehicle Type:	PC / LDV	Nominal Power [kW]:	404
Vehicle Modell:	Panamera Turbo	Nominal Torque [Nm]:	770
VIN:	██████████	Transmission:	AT
License Plate:	PCNA plate	Exhaust Gas Treatment:	TWC
Emission Class:	Tier 3 Bin 125	Type of Fuel:	Gasoline
Drive concept:	Combustion Engine	Mileage [mi]:	ca. 700
Emission Summary			
Exhaust Gas Components	Unit	Total Trip	
CO ₂	[g/mi]	491,67	
CO	[g/mi]	0,141	
NO _x	[g/mi]	0,019	
THC	[g/mi]	0,014	
Trip Data			
	Unit	Total Trip	
Trip Duration	[s]	4705	
Distance	[mi]	43,80	
Average Speed	[mph]	33,5	
Average Ambient Temperature	[°F]	82,8	

Trip Data | Mt. Baldy | 11/23/2017 | Porsche - Panamera Turbo









4 Fazit

PEMS-Messungen wurden von MBtech an fünf Serienfahrzeugen der Marke Porsche durchgeführt. Zu den getesteten Fahrzeugmodellen gehörten ein 911 Carrera, ein Panamera Turbo, ein Cayenne Turbo S, ein Macan und ein Macan GTS (meistverkauftes Fahrzeug der Marke Porsche im KJ2017 in den USA).

Drei vordefinierte Routen wurden für PEMS-Messungen an den fünf Serienfahrzeugen verwendet. Diese Routen befanden sich in und um Los Angeles und von Los Angeles weiter landeinwärts. Sie deckten die Vielfalt der topologischen Merkmale, Fahr- und Umgebungsbedingungen ab, welche für dieses Gebiet kennzeichnend sind. Zusätzlich zu PEMS-Messungen auf der Straße wurden Korrelationstests zwischen der PEMS und einem Rollenprüfstand im "Emissions Compliance Lab and Test Center" im kalifornischen Oxnard durchgeführt.

Die gasförmigen Emissionen der Fahrzeuge wurden mit einer PEMS und einem FID von AVL gemessen. Die gemessenen spezifischen Schadstoffe waren CO, CO₂, NO_x (als Summe aus NO und NO₂) und THC. Da das US-amerikanische und das kalifornische Gesetz keine Norm festlegen, nach der PEMS-Messungen zu Zwecken der Zertifizierung nach Titel II des "Clean Air Act" und nach kalifornischem Recht Verwendung finden, können keine Emissionsvergleiche zu aktuellen Vorschriften der USA und Kalifornien gezogen werden.

Dieses Dokument bestätigt, dass alle fünf Serienfahrzeuge aus dem Modelljahr 2017 mit PEMS Messgeräten auf drei vordefinierten Routen in Kalifornien erfolgreich auf der Straße getestet wurden. Korrelationstests mit dem FTP75-Testzyklus wurden ebenfalls erfolgreich durchgeführt. Die Ergebnisse all dieser Messungen wurden zusammengestellt und im Ergebnisbereich dieses Berichts aufgeführt.