Abschlussbericht

ADEC – TDC3-2-B-B-45
2+0 Verkehrsdetektor

Hardware- Version: 4
Firmware Version: v1.5

Ersteller	Datum	Beschreibung	Version
Dieter Stögerer	26.04.2017	Erstelle Dokument	1.0
Bernhard Waidacher	27.04.2017	Kontrolle	1.1
Dieter Stögerer	02.05.2017	Überarbeitung	1.2
Bernhard Waidacher	03.05.2017	Kontrolle, Freigabe	1.3
Bernhard Waidacher	08.05.2017	Freigabe	1.4

1 Inhaltverzeichnis

1 Inhaltverzeichnis 2

2 Abbildungen 3

3 Tabellen 3

4 Grundlagen 4
4.1 Einführung 4
4.2 Standort 4
4.3 Aufbau ADEC Messquerschnitt 5
4.4 Spezifikation ADEC TDC3-2-B-B-45 6
4.5 Kamera zur Videoaufzeichnung 7

5 Anschlussschema 8

6 Prüfungen ADEC TDC3-2-B-B-45 Detektor 10
6.1 Prüfung der Fahrzeugklassifizierung 10
6.1.1 Auswertungsprozedere 10
6.1.2 Formeln 12
6.1.3 Mustervorlage 14
6.1.4 Prüfbedingungen 15

7 Ergebnisse ADEC Detektoren 16
7.1 Ergebnisse der Fahrzeugklassifizierung 16
7.1.1 Prüfprotokoll Vollständig 16
7.1.2 Prüfprotokoll erweitere Erklärung 17

8 Geschwindigkeitsauswertung 19
8.1 Messaufbau 19
8.2 Spezifikation 20
8.2.1 Referenzmessung 20
8.3 Auswertung 20
8.4 Ergebnisse 21
8.5 Auswertung 22
8.5.1 Diagramme Fahrspur1 (NFS) 22
8.5.2 Diagramme Fahrspur2 (ÜFS) 23
8.5.3 Errechnete Ergebnisse Fahrspur1 (NFS) 24
8.5.4 Errechnete Ergebnisse Fahrspur2 (ÜFS) 24
8.5.5 Fazit Geschwindigkeitsauswertung 25

2 Abbildungen

Abbildung 1: Lageplan 4
Abbildung 2: Ansicht der Anzeigebrücke gegen die Fahrtrichtung 5
Abbildung 3: Querschnitt der Anzeigebrücke mit Darstellung der Detektionsbereiche 5
Abbildung 4: mechanische Abmessung 6
Abbildung 5: Kamera 7
Abbildung 6: Gerätestecker am ADEC 8
Abbildung 7: Übersicht der Verdrahtung 9
Abbildung 8: Kamera Blickrichtung Villach 15
Abbildung 9: Prüfprotokoll 16
Abbildung 10: Messaufbau Geschwindigkeitsauswertung 19
Abbildung 11: Auswertetabelle 20
Abbildung 12: Gegenüberstellung Geschwindigkeitsdaten 21
Abbildung 13: Durchschnittliche Messwerte 21
Abbildung 14: Diagramme Fahrspur1 (NFS) 22
Abbildung 15: Diagramme Fahrspur2 (ÜFS) 23
Abbildung 16: Errechnete Ergebnisstabelle Fahrspur1 (NFS) 24
Abbildung 17: Errechnete Ergebnistabelle Fahrspur2 (ÜFS) 24
Abbildung 18: Geschwindigkeitsauswertung beide Fahrspuren 25

3 Tabellen

Tabelle 1: Technische Daten 6
Tabelle 2: Pinbelegung 8
Tabelle 3: Auswertungstabelle 10
Tabelle 4: Mustervorlage 14
Tabelle 5: Absolute Fahrzeugmengen 17
Tabelle 6: Ergebnisse der Detektionsraten 18

4 Grundlagen

4.1 Einführung

Bei dem vorliegenden Bericht handelt es sich um den Schlussbericht zum Test des Überkopfdetektors „TDC3-2-B-B-45“ der Firma ADEC mit der Firmware V1.5. Der Detektor verwendet drei verschiedene Detektionsprinzipien: Doppler-Radar, Ultraschall und Passiv- Infrarot. Er wurde in Anlehnung an die TLS 2002 (Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen, Ausgabe 2002) bzgl. der Güte von Fahrzeugklassifikation (2+0 Klassen), sowie Geschwindigkeiten getestet. Erstes Ziel der Untersuchung ist es, eine Aussage über die Klassifizierungsqualität zu treffen. Als weiteres Ziel wird die Qualität der Geschwindigkeitsmessung anhand von Vergleichsmessungen ermittelt.

4.2 Standort

Der Test wurde westlich der Halbanschlussstelle Flughafen Klagenfurt auf der A2- Südautobahn durchgeführt. Der Standort besteht aus einer Streckenstation und einem Anzeigequerschnitt der über die Fahrbahn Richtung Klagenfurt geht. Die Anlage befindet sich auf der Richtungsfahrbahn 1 Richtung Villach auf dem Kilometer 316,125.
Die Anlage ist eine Bestandseinrichtung der VBA- Klagenfurt. In die Streckenstation wurde zu den bestehenden Komponenten ein aX-TCS100ST Steuermodul eingebaut, welches die Schnittstelle zu den Verkehrsdetektoren zur Verfügung stellt.

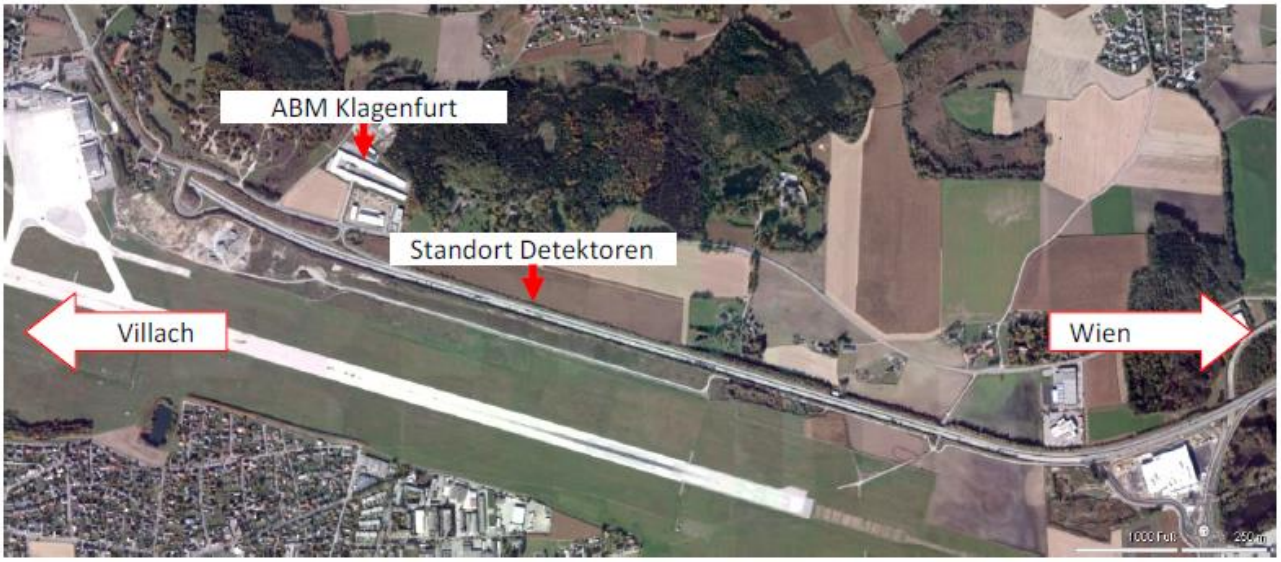


Abbildung 1: Lageplan

Der Standort entspricht in seiner Konstellation dem in der TLS 2002 definiertem Prüffeld. Wie dort definiert verfügt der Standort über zwei Fahrstreifen, einer ungefähren Breite von 3,75m und einem Standstreifen.

4.3 Aufbau ADEC Messquerschnitt

Zum Einsatz auf dem Teststandort kommen zwei „TDC3-2-B-B-45“ Überkopfverkehrsdetektoren. Ein Detektor wird über der Fahrspur 1 auf der Anzeigebrücke montiert, der zweite über der Fahrspur 2. Die Detektoren befinden sich dabei hinter der Anzeigebrücke in Fahrtrichtung gesehen.

Abbildung 2: Ansicht der Anzeigebrücke gegen die Fahrtrichtung

Der Detektor wurde in der Hardware Konfiguration „Backfire - Montage hinter der Schilderbrücke“ eingesetzt.

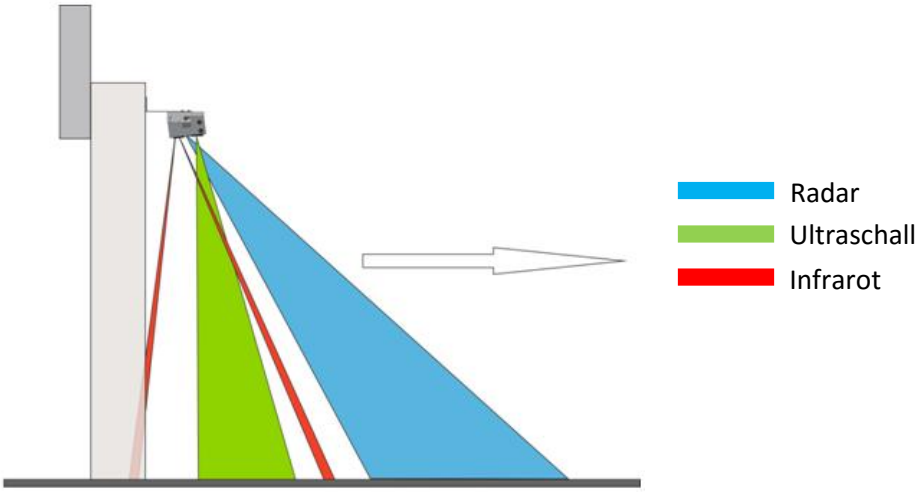


Abbildung 3: Querschnitt der Anzeigebrücke mit Darstellung der Detektionsbereiche

Die Montage erfolgte mit den originalen Zubehörteilen der Firma ADEC auf einer Standard Konsole für Überkopfdetektoren. Die Position der Detektoren über der Fahrbahn wurde von der Firma ADEC eingerichtet, um auf den fließenden Verkehr abgestimmt zu sein.

4.4 Spezifikation ADEC TDC3-2-B-B-45

Speisespannung	10.5 … 30 V DC
Stromaufnahme	Max. 110 mA typ. 80 mA @ 12 V DC
Datenaustausch	RS 485 (andere Optionen auf Anfrage)
Einlaufzeit	typ. 20 Sekunden ab Einschalten
Mechanisch	
Dimensionen	Siehe mechanische Abmessungen
Gehäuse Material	Polycarbonat, dunkelgrau
Gewicht	ca. 1'700 g (ohne Halterung)
Detektion	
Doppler Radar	K-Band 24.05 … 24.25 GHz
Ultraschall-Frequenz	40 kHz
Ultraschall-Abtastrate	10 … 30 Pulse pro Sekunde
PIR Sensorik	2 Kanal PIR
Spektrale Empfindlichkeit PIR	6.5 … 14 µm
Genauigkeit	
Zählung	>99,5%
Geschwindigkeit	typ. <2,7% (> 100 km/h) typ. <2,9% (≤ 100 km/h)
Klassifizierung	99,8% PKW; 97,8% LKW (Fahrzeugklassen in Anlehnung an TLS) Die Angaben beziehen sich auf den Betrieb im frei fließenden Verkehr mit dem Detektor in der empfohlenen Montage und Ausrichtung
Umgebungseinflüsse	
Betriebstemperatur	–40°C bis +70°C
Feuchte	95 % RH max.
Dichtheit	IP 64 spritzwasserdicht

Tabelle 1: Technische Daten

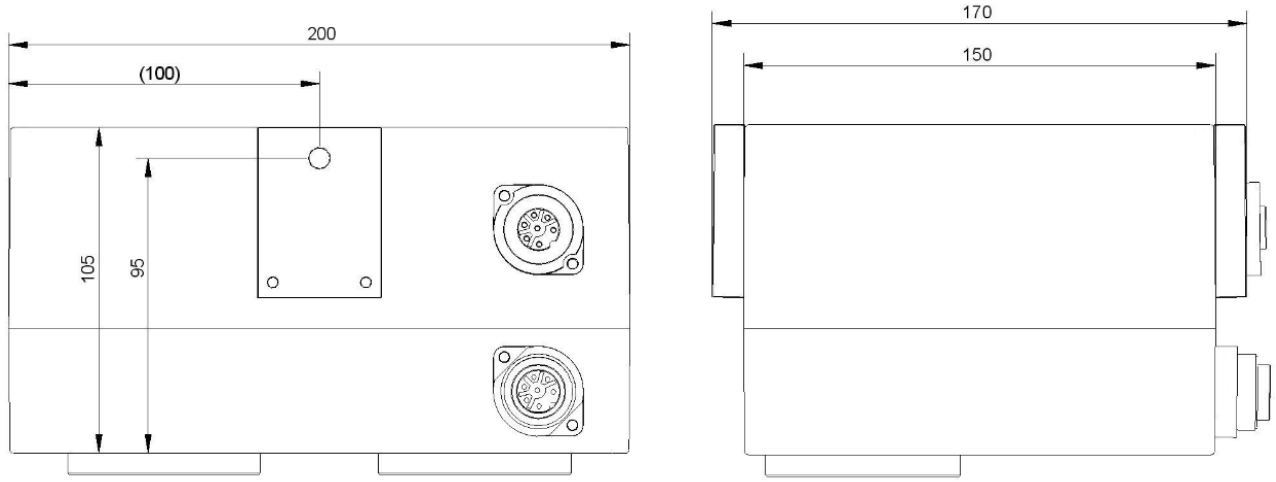


Abbildung 4: mechanische Abmessung

4.5 Kamera zur Videoaufzeichnung

Als visuelle Referenz für die durchgeführten Auswertungen am Standort kommt eine Siemens Kamera zum Einsatz. Die Kamera ist mit Blick in Fahrtrichtung Villach.

Abbildung 5: Kamera

Die Kamera ist auf der Anzeigebrücke montiert und hat die beiden Fahrspuren im Sichtfeld. Die Aufzeichnungen werden mit einem Siemens Sistore CX8 erstellt.
Die Videoaufzeichnung wurde für den Testzeitraum gemacht.

5 Anschlussschema

Die Verkabelung des Testequipments wurde entsprechend der Herstellerangaben von der AutomationX GmbH durchgeführt.
Die beiden Detektoren sind über ein UNITRONIC Bus IBS Yv 3x2x0,22 mm² Kabel miteinander und mit dem Steuermodul verbunden. Zwischen den Detektoren sind fünf Drähte ausgeführt, also mit Synchronisationsleitung zwischen den Detektoren. Die Verbindung zur Streckenstation erfolgt über vier Drähte, zwei sind für die Spannungsversorgung und weitere zwei sind für die RS485 Busleitung zum Steuermodul.

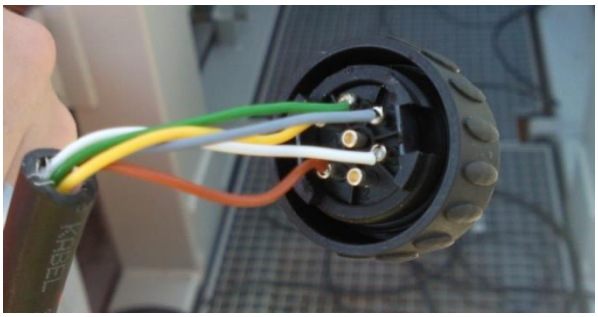


Abbildung 6: Gerätestecker am ADEC

Pinnummer	Verwendung	Aderfarbe
1	Speisung+, Vcc	Braun
2	nicht belegt	
3	GND	Weiß
4	Synchronisation*	Grau
5	RS 485 Signal A	Grün
6	RS 485 Signal B	Gelb

*die Synchronisation entfällt zum Steuermodul

Tabelle 2: Pinbelegung

Der Bus ist einseitig am letzten Verkehrsdetektor abgeschlossen. Hierzu liefert die Fa. ADEC einen vorkonfektionierten Abschlussstecker der in die Gerätebuchse gesteckt wird.
In der Streckenstation wird der RS485 Bus über zwei Klemmen zum Steuermodul geführt. Diese Klemmstelle ermöglicht einen Zugang zum Bus für Konfigurations- und Updatetätigkeiten.

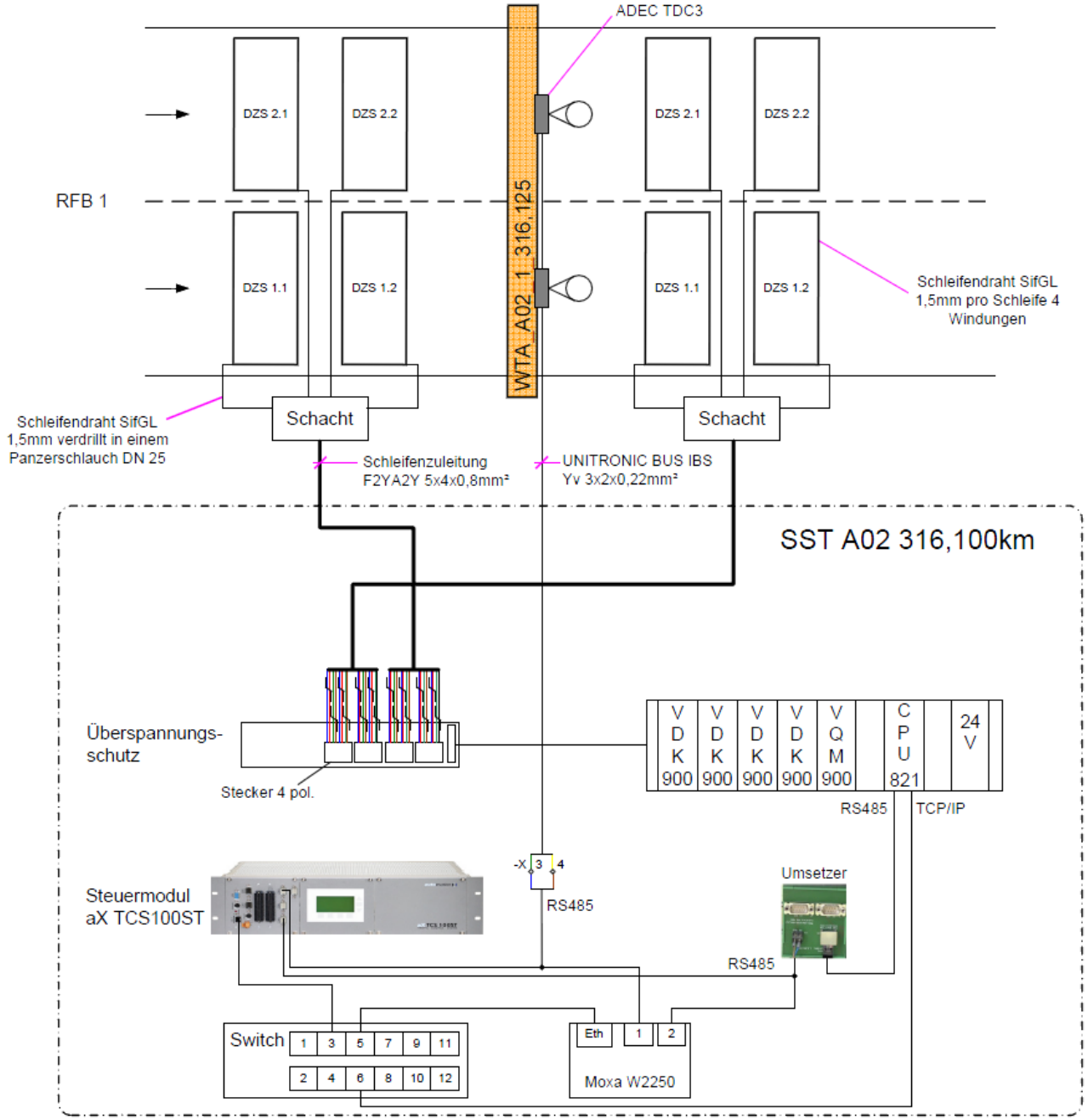


Abbildung 7: Übersicht der Verdrahtung

6 Prüfungen ADEC TDC3-2-B-B-45 Detektor

6.1 Prüfung der Fahrzeugklassifizierung

6.1.1 Auswertungsprozedere

Die Prüfung erfolgt als Vergleich zwischen einer Referenz und dem Prüfmuster. Das Prüfmuster sind die TDC3-2-B-B-45 Verkehrsdetektoren und die Referenz sind die aufgezeichneten Videodaten. Über einen Zeitraum von 8 Stunden wurden die Detektionen der TDC3-2-B-B-45 mitgeschnitten und im *.csv Format gespeichert. Bei der Prüfung werden die Videodaten gesichtet und mit den mitgeschnittenen Daten verglichen.

Spur	Zeit	Videoz	TYP	VideoT	Geschw	Bemerkung	Kontrol	Z
DE5	05.04.2017 07:16:21	07:14:19	LKW	LKW	84		0	
DE6	05.04.2017 07:16:21	07:14:19	PKW	PKW	108		0	
DE6	05.04.2017 07:16:23	07:14:21	PKW	PKW	105		0	
DE5	05.04.2017 07:16:24	07:14:22	LKW	LKW	83		0	
DE6	05.04.2017 07:16:24	07:14:22	PKW	PKW	104		0	
DE5	05.04.2017 07:16:25	07:14:23	PKW	PKW	83		0	
DE6	05.04.2017 07:16:27	07:14:25	PKW	LKW	107	PKW+A	-1	
DE6	05.04.2017 07:16:27	07:14:25	PKW	PKW	115		0	
DE5	05.04.2017 07:16:29	07:14:27	LKW	LKW	86		0	
DE6	05.04.2017 07:16:30	07:14:28	PKW	PKW	109		0	
DE6	05.04.2017 07:16:31	07:14:29	PKW	PKW	110		0	
DE5	05.04.2017 07:16:32	07:14:30	LKW	LKW	81		0	
DE6	05.04.2017 07:16:32	07:14:30	PKW	PKW	113		0	
DE6	05.04.2017 07:16:33	07:14:31	PKW	PKW	115		0	
DE5	05.04.2017 07:16:37	07:14:35	PKW	PKW	93		0	
DE6	05.04.2017 07:16:39	07:14:37	PKW	PKW	109		0	
DE5	05.04.2017 07:16:40	07:14:38	PKW	PKW	98		0	
DE5	05.04.2017 07:16:41	07:14:39	PKW	PKW	95		0	
DE5	05.04.2017 07:16:48	07:14:46	LKW	LKW	86		0	
DE6	05.04.2017 07:16:48	07:14:46	PKW	PKW	103		0	
DE6	05.04.2017 07:16:48	07:14:46	PKW	PKW	104		0	
DE5	05.04.2017 07:16:50	07:14:48	PKW	PKW	94		0	
DE5	05.04.2017 07:16:51	07:14:49	PKW	PKW	96		0	
DE5	05.04.2017 07:16:52	07:14:50	PKW	PKW	110		0	
DE5	05.04.2017 07:16:53	07:14:51	PKW	PKW	107		0	
DE5		07:14:53		PKW		Nicht detektiert Schrägfahrer		
DE5	05.04.2017 07:16:56	07:14:54	PKW	PKW	93		0	

Tabelle 3: Auswertungstabelle

In der Tabelle werden zu den Datensätzen der Detektoren die tatsächlichen Daten, welche aus den Videos entnommen werden, ergänzt. Dieser Vergleich wird immer je Stunde durchgeführt und über die Filterfunktionen, die das Programm Microsoft Excel zur Verfügung stellt, ausgewertet. Die Ergebnisse werden anschließen in eine Ergebnisstabelle eingetragen die nach TLS 2002 die Detektionsraten berechnet und ausgibt.

Entsprechend der TLS werden nur Fahrzeuge gewertet die das Prüffeld richtig passieren. Schrägfahrer (Spurwechsler) werden in der Auswertung nicht berücksichtigt.
Zeilen in denen ein Datensatz bearbeitet wurde, werden rot markiert. Eine Falschdetektion erhält in der Spalte „Kontrolle“ einen Eintrag „-1“ und ein Schrägfahrer keinen Wert.

In der Ergebnistabelle werden neben den grundsätzlichen Informationen wie z. B. Datum, Uhrzeit, Prüfer, und Auswerter die Daten aus der Auswertetabelle eingetragen.

6.1.2 Formeln

Je nach Klassierung des Prüfmusters ergeben sich in der Zeile der Grundklasse i die Mengen Mi,1 bis Mi,3 bei einer Klassifizierung in 2 Klassen, die Mengen Mi,1 bis Mi,7 bei einer 5+1 Klassifizierung und Mi,1 bis Mi,10 bei einer 8+1 Klassifizierung.
Somit gilt für die unten angeführte Abbildung 9 folgende Formelsammlung:

$S_i = \sum_x M_{i,x}$

und

$Z_x = \sum_{i=1}^{10} M_{i,x}$

Anhand dieser Daten werden die Detektionsraten bzw. Fehlerraten ermittelt. Siehe in der Abbildung 10. Zunächst werden die relativen Anteile $R_{i,x} = M_{i,x}/S_x$ berechnet. In der zweiten Spalte dieser Tabelle steht der Anteil der Fahrzeugklasse x am gesamten Verkehr, der für die Auswertung betrachtet wird.

$A_x = S_x / \sum_{i=1}^{10} S_i$

und
$Y_x = Z_x / \sum_{i=1}^{10} S_i$

Als erstes Kriterium wird überprüft, ob in jeder Klasse der Anteil der richtig klassifizierten Fahrzeuge die geforderte Detektionsrate erfüllt.
Dazu wird zunächst der Anteil der richtig klassifizierten Fahrzeuge E_{1X} , bezogen auf die tatsächlich vorgekommenen Fahrzeuge S_X jeder Klasse, ermittelt.

$E_{1,x} = \sum M_{x,x}/S_x$

Und

$E_{2,x} = (\sum_{x=1}^{10} M_{x,i} - M_{i,i})/ S_i$

Um die für eine endliche Fahrzeugmenge ermittelte Detektionsrate verallgemeinern zu können, wird unter Annahme der Binomialverteilung ein Konfidenzintervall zu einem Signifikanzniveau von 95 % berechnet. Die untere Intervallgrenze wird dabei als "abgesicherte Detektionsrate" angegeben:

$$P_{E1,x} = 2 * M_{x,x} + Z^2 - Z * \frac{\sqrt{Z^2 + 4\, Mx,x \left(1 - \frac{Mx,x}{Sx}\right)}}{\left(2 * (Sx + Z^2)\right)}$$

mit Z = 1,96 (zweiseitige 95% - Quantil der Normalverteilung)

und

$$P_{E2,x} = 2 * R_{xi} + Z^2 - Z * \frac{\sqrt{Z^2 + 4\, Rxi \left(1 - \frac{Rx,i}{Sxi}\right)}}{\left(2 * (Sxi + Z^2)\right)}$$

mit Z = 1,96 (zweiseitige 95% - Quantil der Normalverteilung)

$R_{xi} = Si * Soll_{Anteil\ i} / Ist_{Anteil\ i} – M_{x,1} * Soll_{Anteil\ i} / Ist_{Anteil\ i} - M_{x,1} * Soll_{Anteil\ i} / Ist_{Anteil\ i} - M_{xn,1} * Soll_{Anteil\ i} / Ist_{Anteil\ i}$

Und

$S_{xi} = S_i * Soll_{Anteil\ i} / Ist_{Anteil\ i}$

Und

$X_1 = \sum_{i=1}^{10} S_{i,x} - \sum_{i=1}^{9} Z_{i,x} + \sum_{i=1}^{9} M_{x,x}$

6.1.3 Mustervorlage

		Prüfnummer :			
		Hersteller: Gerätetyp:			
	Fahrzeug-klasse	Anzahl	durch Proband erkannt als kein SV	SV	nicht detektiert
Kfz	kein SV	0			
	SV	0			
	"Phantom"				
	Summe	0	0	0	0

				Fahrzeugklasse SV	Kfz
	abgesicherte Detektionsrate	E1		#DIV/0!	#DIV/0!
	abgesicherte Detektionsrate	E2		#DIV/0!	#DIV/0!
	geforderte Detektionsrate			95%	99%
	nach TLS 2002			#DIV/0!	#DIV/0!

Tabelle 4: Mustervorlage

In unteren Bereich der Ergebnistabelle wird automatisch das Ergebnis berechnet. Die geforderten Grenzen sind je nach der aktuellen Anforderung eingetragen.

6.1.4 Prüfbedingungen

Die Prüfung fand am 05.04.2017 in der Zeit von 07:00 und 15:00 statt. In diesem Zeitraum wurden die Videodaten und die Verkehrsdaten für die spätere Auswertung aufgezeichnet.
Die Fahrbahn war trocken und es war über den gesamten Zeitraum teilweise sonnig. Die Verkehrsstärke kann für diesen Standort als normal angesehen werden und variierte über den Testzeitraum. Es waren zwischen 600 und 1300 Fahrzeuge pro Stunde auf der Fahrbahn und der Verkehrsfluss ist als gut fließend zu beurteilen. Im Beobachtungszeitraum gab es keine besonderen Vorkommnisse wie Stauungen etc.

Abbildung 8: Kamera Blickrichtung Villach

7 Ergebnisse ADEC Detektoren

7.1 Ergebnisse der Fahrzeugklassifizierung

7.1.1 Prüfprotokoll Vollständig

		Prüfnummer :			0700-1500
		Hersteller:	ADEC		
		Gerätetyp:	TDC3-2-2-B-45	V1.5	

	Fahrzeug-klasse	Anzahl	durch Proband erkannt als kein SV	SV	nicht detektiert
Kfz	kein SV	5466	5456	7	3
	SV	1438	21	1417	
	"Phantom"		1		
	Summe	6904	5478	1424	3

				Fahrzeugklasse SV	Kfz
	abgesicherte Detektionsrate	E1		97,8%	99,87%
	abgesicherte Detektionsrate	E2		98,92%	99,95%
	geforderte Detektionsrate			95%	99%
	nach TLS 2002			erfüllt	erfüllt

Abbildung 9: Prüfprotokoll

7.1.2 Prüfprotokoll erweitere Erklärung

Die Daten wurden am 05.04.2014 von 07:00 bis 15:00 aufgezeichnet. Dieser Zeitraum wurde anhand der Einzelverkehrsdaten und mittels Video ausgewertet.

Die Ergebnisse der einzelnen 8 Stunden wurden letztlich in eine kumulierte Ergebnistabelle eingetragen. Nachfolgend sind Verkehrszahlen je Klasse ersichtlich.

	Fahrzeug-klasse	Anzahl	durch Proband erkannt als		
			kein SV	SV	nicht detektiert
Kfz	kein SV	5466	5456	7	3
	SV	1438	21	1417	
	"Phantom"		1		
	Summe	6904	5478	1424	3

Tabelle 5: Absolute Fahrzeugmengen

Die erreichten Detektionsraten wurden in der Ergebnistabelle wie folgt berechnet. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Detektionsrate immer über der geforderten Detektionsrate liegt. Die Ergebnisse zeigen eindeutig, dass die Qualität des Detektors entspricht.

			Fahrzeugklasse SV	Kfz
abgesicherte Detektionsrate	E1		97,8%	99,87%
abgesicherte Detektionsrate	E2		98,92%	99,95%
geforderte Detektionsrate			95%	99%
nach TLS 2002			erfüllt	erfüllt

Tabelle 6: Ergebnisse der Detektionsraten

8 Geschwindigkeitsauswertung

Die Geschwindigkeit wurde für den 21.04.2017 im Zweitraum von 10:53 bis 14:43 durchgeführt. Zwischen dem ESO Typ ES3.0 Geschwindigkeitsmesser und dem ADEC TDC3-2-B-B-45 gibt es eine zeitliche Differenz von 2 Sekunden.
Für die Auswertung wurden 2120 Fahrzeuge herangezogen.

8.1 Messaufbau

Zum Einsatz auf dem Teststandort kommen zwei „TDC3-2-B-B-45“ Überkopfverkehrsdetektoren. Ein Detektor wird über der Fahrspur 1 auf der Anzeigebrücke montiert, der zweite über der Fahrspur 2. Die Detektoren befinden sich dabei hinter der Anzeigebrücke in Fahrtrichtung gesehen.
Für die Referenzmessung werden die Geschwindigkeitsdaten des ESO Typ3.0 herangezogen. Die Streuung beträgt bei diesem Messgerät 2km/h (+0,5km/h, -1,5km/h)

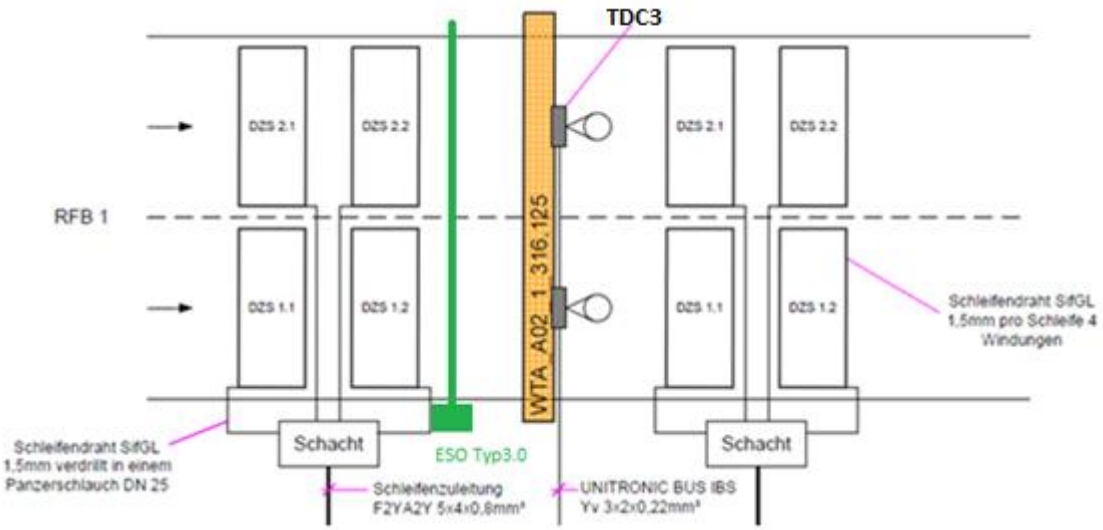


Abbildung 10: Messaufbau Geschwindigkeitsauswertung

8.2 Spezifikation

8.2.1 Referenzmessung

ESO Typ3.0

8.3 Auswertung

Bei der Auswertung der Geschwindigkeitsdaten wurden die Geschwindigkeit des Prüflings (ADEC TDC3-2-B-B-45) mit der Referenzmessung (ESO Typ3.0) gegenübergestellt.
Zu beachten ist, dass das ESO Typ3.0 nicht alle Fahrzeuge detektiert und deshalb eine Durchsicht aller Datensätze zu machen ist. Des Weiteren ist zu beachten, dass die Fahrspuren nicht mit DE 5 und 6 gekennzeichnet sind, sondern mit dem Abstand vom ESO Typ3.0 zum Fahrzeug. Aus Messung hat sich ergeben, dass ab ca. 7m die 2 Fahrspur beginnt.

Bei dieser Auswertung gab es eine Zeitdifferenz von ca. 2 Sekunden.

	Datum	Uhrzeit	Gesch	Spur		Spur	Zeit berec	Zeit Logge	Typ	Geschwin	keit
1	21.04.2017	10:53:52,18	95,7	4,3	Bus	DE5	10:53:52,00	10:53:50,00	LKW	92	3,7
1	21.04.2017	10:53:53,14	121,2	8		DE6	10:53:53,00	10:53:51,00	PKW	118	3,2
1	21.04.2017	10:53:58,02	98,5	4,4		DE5	10:53:58,00	10:53:56,00	PKW	100	-1,5
1	21.04.2017	10:53:59,73	123,4	7,4		DE6	10:53:59,00	10:53:57,00	PKW	120	3,4
0						DE5	10:54:01,00	10:53:59,00	PKW	111	-111
1	21.04.2017	10:54:03,98	104,6	4,3		DE5	10:54:03,00	10:54:01,00	PKW	104	0,6
1	21.04.2017	10:54:08,23	105,9	4,8		DE5	10:54:08,00	10:54:06,00	PKW	104	1,9
0	21.04.2017	10:54:09,65	105,6	7		DE6	10:54:09,00	10:54:07,00	PKW	102	3,6
1	21.04.2017	10:54:15,17	82,8	4,2		DE5	10:54:15,00	10:54:13,00	LKW	85	-2,2
0						DE6	10:54:15,00	10:54:13,00	PKW	128	-128
1	21.04.2017	10:54:22,70	108,6	4,3		DE5	10:54:22,00	10:54:20,00	PKW	105	3,6
1	21.04.2017	10:54:35,50	123,9	7,8		DE6	10:54:35,00	10:54:33,00	PKW	119	4,9
0						DE5	10:54:36,00	10:54:34,00	LKW	79	-79
1	21.04.2017	10:54:44,29	78,2	4,4		DE5	10:54:44,00	10:54:42,00	PKW	78	0,2

Abbildung 11: Auswertetabelle

8.4 Ergebnisse

Die Messdaten wurden in das von der Asfinag zur Verfügung gestellte Auswertetemplate eingefügt. Es wurden beide Fahrspuren getrennt voneinander betrachtet.

Referenz			Diff								TDC3			
zeit	V [km/h	valid	diff ohne Korrektur [km/h]	V TDC3 Korrigiert mit Vcorr	diff [km/h]	diff [%]	<= 100 km/h	> 100 km/h	<= 100 km/h	> 100 km/h	time	V [km/h]	Klasse	tGap
10:53:52,18	95,7	1	-3,7	92,7	-3	-3	-3		-3,7		10:53:50,00	92	LKW	
10:53:58,02	98,5	1	1,5	100,7	2	2	2		1,5		10:53:56,00	100	PKW	
10:54:03,98	104,6	1	-0,6	104,8	0	0		0		-0,57%	10:54:01,00	104	PKW	
10:54:08,23	105,9	1	-1,9	104,8	-1	-1		-1		-1,79%	10:54:06,00	104	PKW	
10:54:15,17	82,8	1	2,2	85,6	3	3	3		2,2		10:54:13,00	85	LKW	
10:54:22,70	108,6	1	-3,6	105,8	-3	-3		-3		-3,31%	10:54:20,00	105	PKW	
10:54:44,29	78,2	1	-0,2	78,6	0	0	0		-0,2		10:54:42,00	78	PKW	
10:54:47,69	78,7	1	-0,7	78,6	0	0	0		-0,7		10:54:46,00	78	PKW	
10:55:08,56	98,3	1	-3,3	95,7	-3	-3	-3		-3,3		10:55:06,00	95	PKW	
10:55:42,13	88,4	1	0,6	89,7	1	1	1		0,6		10:55:40,00	89	LKW	
10:55:46,87	83,2	1	-2,2	81,6	-2	-2	-2		-2,2		10:55:45,00	81	LKW	
10:55:50,66	85,2	1	-2,2	83,6	-2	-2	-2		-2,2		10:55:48,00	83	LKW	

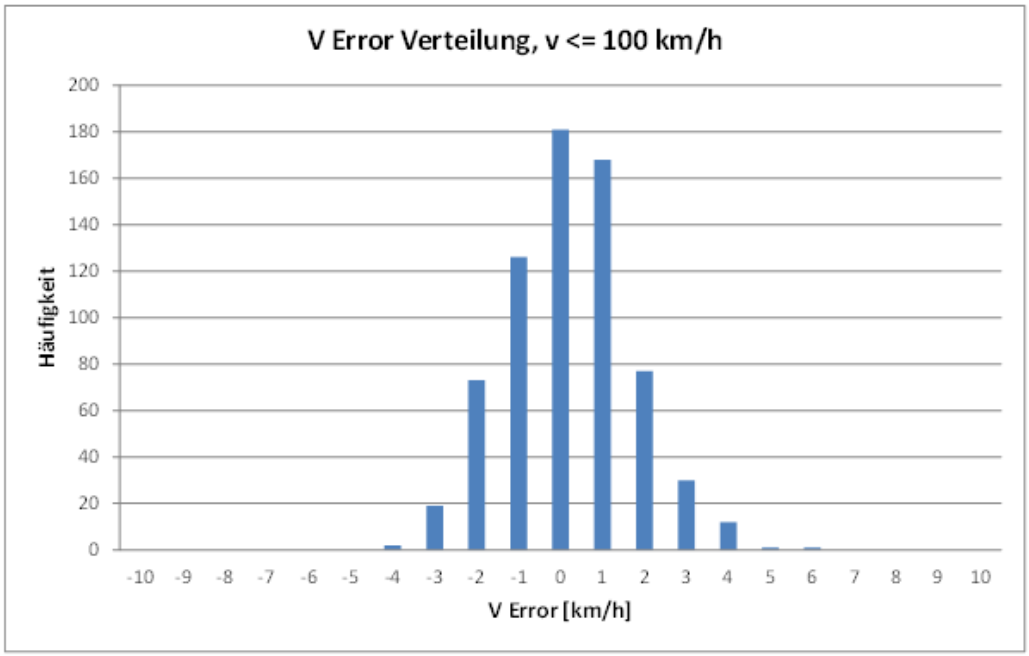
Abbildung 12: Gegenüberstellung Geschwindigkeitsdaten

Die Ergebnisse wurden automatisch anhand von bestehenden Formeln im Exceltemplate errechnet.

8.5 Auswertung

Als Auswertediagramme wurde ein Häufigkeitsdiagramm für die Geschwindigkeiten kleiner gleich 100km/h und größer 100km/h für jede Fahrspur erstellt.

8.5.1 Diagramme Fahrspur1 (NFS)



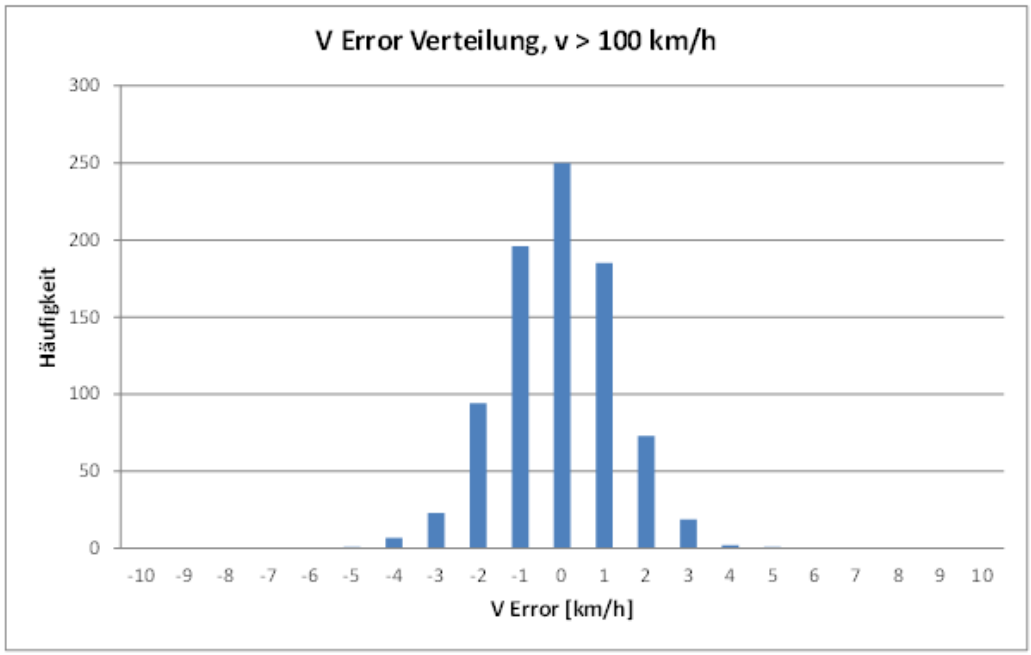
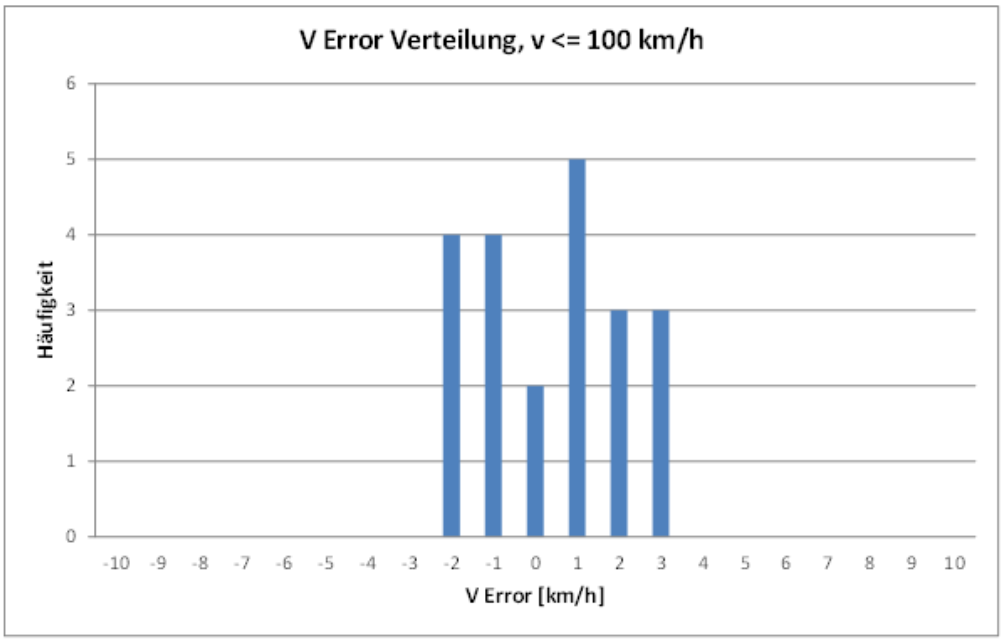


Abbildung 14: Diagramme Fahrspur1 (NFS)

8.5.2 Diagramme Fahrspur2 (ÜFS)



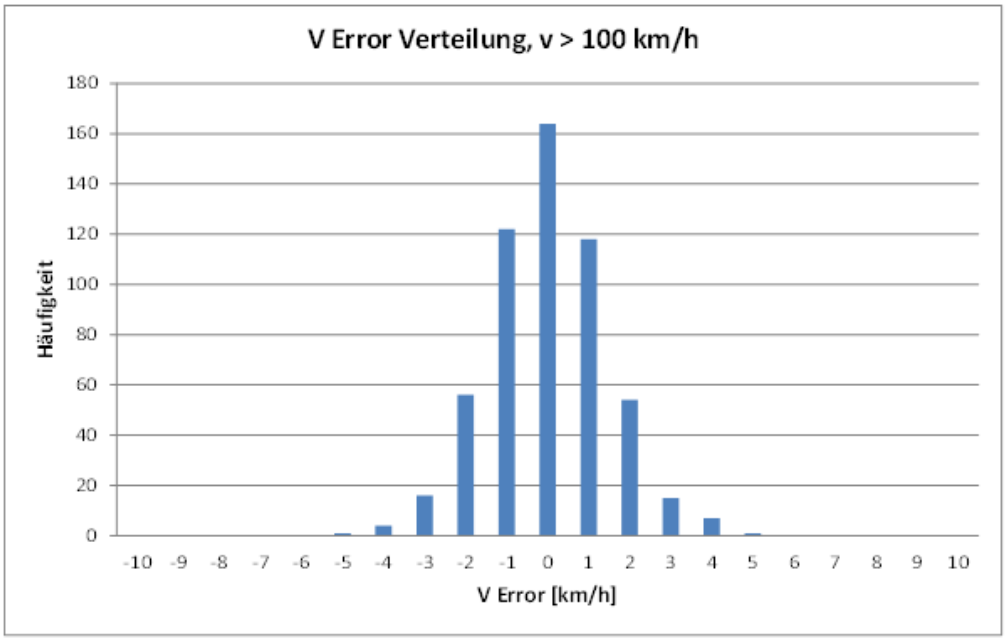


Abbildung 15: Diagramme Fahrspur2 (ÜFS)

8.5.3 Errechnete Ergebnisse Fahrspur1 (NFS)

	Normalfahrspur	
	<=100 km/h	>100 km/h
n	690	851
s	1,510	1,34%
e	3,000	3,00%
$t_{n-1,\alpha-1}$	1,963	1,963
s^2	2,281	0,000179
e^2	9,000	0,000900
t^2	3,855	3,852
V	0,977	0,764
H0	673	649
Chi^2	751	919
[km/h]	2,840	2,52%

Abbildung 16: Errechnete Ergebnisstabelle Fahrspur1 (NFS)

8.5.4 Errechnete Ergebnisse Fahrspur2 (ÜFS)

	Überholfahrspur	
	<=100 km/h	>100 km/h
n	21	558
s	1,636	1,41%
e	3,000	3,00%
$t_{n-1,\alpha-1}$	2,086	1,964
s^2	2,678	0,000198
e^2	9,000	0,000900
t^2	4,351	3,858
V	1,295	0,847
H0	26	472
Chi^2	31	613
[km/h]	2,724	2,63%

Abbildung 17: Errechnete Ergebnistabelle Fahrspur2 (ÜFS)

8.5.5 Fazit Geschwindigkeitsauswertung

Es zeigt sich, dass der Detektor TDC3-2-B-B-45 auf beiden Fahrspuren die geforderte Genauigkeit erreicht.

	Normalfahrspur		Überholfahrspur	
	<=100 km/h	>100 km/h	≤ 100 km/h	>100 km/h
n	690	851	21	558
s	1,510	1,34%	1,636	1,41%
e	3,000	3,00%	3,000	3,00%
tn-1,α-1	1,963	1,963	2,086	1,964
s^2	2,281	0,000179	2,678	0,000198
e^2	9,000	0,000900	9,000	0,000900
t^2	3,855	3,852	4,351	3,858
V	0,977	0,764	1,295	0,847
H0	673	649	26	472
Chi^2	751	919	31	613
[km/h]	2,840	2,52%	2,724	2,63%

Abbildung 18: Geschwindigkeitsauswertung beide Fahrspuren