

Ergänzungen zu Windkennkurven des VT605-Endwagens (Windsafety-Verfahren von Bombardier)



Dokument: 095-UN-0138-04

Datum: 25.03.2004

Durchführung: Deutsche Bahn AG
DB Systemtechnik
Simulation Strukturmechanik
und Fahrtechnik (T.TZF95.1)
Pionierstraße 10
32423 Minden

Inhaltsverzeichnis

1	Angaben zum Auftrag	2
2	Einleitung.....	3
3	Berechnung	3
3.1	Berechnungsparameter	3
3.2	Beurteilungskriterien	3
3.3	Ergebnisse.....	3
3.3.1	Aerodynamik Wagenkasten senkrecht.....	3
3.3.2	Aerodynamik Wagenkasten mit Wind geneigt	6
3.3.3	Aerodynamik Wagenkasten gegen Wind geneigt	8
4	Unterschriften.....	11
5	Literatur.....	11

1 Angaben zum Auftrag

Bearbeiter: Dr.-Ing. Rolf Naumann
Deutsche Bahn AG, DB Systemtechnik
Simulation Strukturfestigkeit und Fahrtechnik (T.TZF 95.1)
Pionierstrasse 10
32423 Minden

Auftraggeber: -

Verteiler: T.TZF95.1, T.TZF13

Seiten: 7

2 Einleitung

Die Ergänzungen zu den Windkennkurven des VT605-Endwagens beziehen sich auf den Bericht für die Berechnung der Windkennkurven vom VT605 [1]. Die in dem Bericht enthaltenen Windkennkurven behalten weiterhin ihre Gültigkeit. In den Ergänzungen erfolgt eine feinere Diskretisierung der Windkennkurven hinsichtlich der Geschwindigkeit (10 km/h Schritte) und Querbeschleunigung (0,1 m/s² Schritte). Weiterhin werden zusätzlich für den Fall Wind von bogenaußen Windkennkurven ausgewiesen.

3 Berechnung

3.1 Berechnungsparameter

Die Fahrzeughöchstgeschwindigkeit beträgt $v_{max}=200$ km/h und die maximale Querbeschleunigung des Fahrzeugs ist $aq_{max} = 2,0$ m/s². Somit werden die Punkte $v=80$ km/h bis $v=200$ km/h und $aq=0,0$ m/s² bis $aq=2,0$ m/s² berechnet.

3.2 Beurteilungskriterien

Als Kriterium für das Erreichen der Windkenngeschwindigkeit wird eine maximale Radentlastung von 10%-Q₀ angesetzt. Die Radsätze eines Fahrwerks werden gemeinsam betrachtet. Da es sich um eine statische Betrachtung handelt werden dynamische Effekt nicht berücksichtigt.

3.3 Ergebnisse

Nachfolgende Werte für die Windkennkurve wurden berechnet.

3.3.1 Aerodynamik Wagenkasten senkrecht

Tabelle 1: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten senkrecht Wind von bogeninnen

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten senkrecht Wind von bogeninnen											
wind [m/s]	aq										
v [km/h]	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
80	44,1	43,4	42,8	42,2	41,6	41,0	40,3	39,7	39,1	38,3	37,7
90	43,5	42,9	42,3	41,7	41,1	40,5	39,8	39,2	38,6	38,0	37,2
100	43,0	42,5	41,9	41,3	40,7	40,1	39,5	38,8	38,2	37,6	36,9
110	42,6	42,1	41,5	40,9	40,3	39,8	39,2	38,5	37,9	37,3	36,6
120	42,4	41,9	41,3	40,7	40,1	39,4	38,8	38,2	37,5	36,8	36,1
130	42,1	41,5	40,9	40,2	39,6	39,0	38,3	37,6	37,0	36,2	35,5
140	41,6	41,0	40,3	39,7	39,0	38,3	37,6	36,9	36,2	35,3	34,5
150	40,9	40,2	39,5	38,8	38,1	37,4	36,6	35,9	35,2	34,5	33,8
160	39,9	39,3	38,6	37,9	37,3	36,6	36,0	35,3	34,7	34,1	33,4
170	39,1	38,5	38,0	37,3	36,8	36,2	35,6	35,0	34,4	33,8	33,3
180	38,7	38,2	37,6	37,0	36,5	35,9	35,3	34,7	34,0	33,6	32,8

190	38,4	37,9	37,3	36,7	36,1	35,5	34,9	34,3	33,7	33,1	32,5
200	38,1	37,5	36,9	36,4	35,8	35,2	34,6	34,1	33,5	32,8	32,2

Tabelle 2: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten senkrecht Wind von bogenaußen

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten senkrecht Wind von bogenaußen											
wind [m/s]	aq [m/s²]										
v [km/h]	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
80	44,1	44,7	45,3	45,8	46,4	47,0	47,6	48,2	48,7	49,3	49,9
90	43,5	44,1	44,6	45,2	45,8	46,3	46,8	47,4	48,0	48,5	49,0
100	43,1	43,6	44,2	44,7	45,3	45,8	46,4	46,9	47,4	47,9	48,4
110	42,7	43,2	43,8	44,3	44,9	45,4	46,0	46,5	47,0	47,5	48,0
120	42,4	43,0	43,5	44,0	44,6	45,1	45,6	46,1	46,6	47,1	47,6
130	42,1	42,7	43,2	43,8	44,3	44,8	45,4	45,9	46,4	46,9	47,4
140	41,6	42,2	42,8	43,3	43,9	44,4	45,0	45,5	46,1	46,6	47,1
150	40,9	41,6	42,2	42,8	43,4	43,9	44,5	45,0	45,6	46,1	46,7
160	40,0	40,7	41,3	42,0	42,6	43,2	43,8	44,4	45,0	45,6	46,1
170	39,2	39,8	40,4	41,0	41,6	42,3	42,9	43,5	44,1	44,8	45,4
180	38,7	39,3	39,8	40,4	40,9	41,5	42,0	42,6	43,2	43,8	44,4
190	38,4	39,0	39,5	40,0	40,5	41,0	41,5	42,1	42,6	43,1	43,6
200	38,1	38,6	39,2	39,7	40,2	40,7	41,2	41,7	42,2	42,7	43,2

Tabelle 3: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten senkrecht verschiedene Windrichtungen bei vmax=200 km/h Wind von bogeninnen

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten senkrecht für verschiedene Windrichtungen bei vmax=200 km/h Wind von bogeninnen											
wind [m/s]	aq [m/s²]										
v [km/h]	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
10	137,0	135,0	133,0	132,0	130,0	128,0	125,0	123,0	121,0	119,0	117,0
20	84,4	83,3	82,1	80,8	79,5	78,3	77,2	75,7	74,3	73,0	71,6
30	63,1	62,2	61,3	60,4	59,5	58,5	57,5	56,5	55,5	54,5	53,5
40	51,4	50,6	49,9	49,1	48,5	47,7	46,8	46,0	45,2	44,4	43,6
50	45,0	44,3	43,6	42,9	42,2	41,5	40,8	40,1	39,3	38,6	37,8
60	41,3	40,6	40,0	39,4	38,7	38,1	37,4	36,7	36,1	35,4	34,7
70	39,0	38,4	37,9	37,3	36,7	36,1	35,5	34,9	34,3	33,6	32,9
80	38,0	37,4	36,9	36,3	35,8	35,2	34,7	34,0	33,4	32,8	32,2

Tabelle 4: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten senkrecht verschiedene Windrichtungen bei $v_{max}=200$ km/h Wind von bogenaussen

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten senkrecht für verschiedene Windrichtungen bei $v_{max}=200$ km/h Wind von bogenaussen											
wind [m/s]	aq [m/s²]										
v [km/h]	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
10	137,0	139,0	141,0	143,0	145,0	146,0	148,0	150,0	152,0	153,0	155,0
20	84,4	85,6	86,8	88,0	89,1	90,3	91,4	92,5	93,6	94,7	95,8
30	63,1	64,0	64,9	65,8	66,6	67,4	68,3	69,1	69,9	70,7	71,5
40	51,4	52,1	52,8	53,6	54,3	55,0	55,7	56,4	57,1	57,8	58,5
50	45,0	45,7	46,3	47,0	47,6	48,3	48,9	49,5	50,1	50,7	51,4
60	41,3	41,9	42,5	43,1	43,6	44,2	44,8	45,3	45,9	46,4	46,9
70	39,0	39,5	40,1	40,6	41,2	41,7	42,2	42,7	43,2	43,8	44,2
80	38,0	38,5	39,0	39,5	40,0	40,5	41,0	41,5	42,0	42,5	43,0

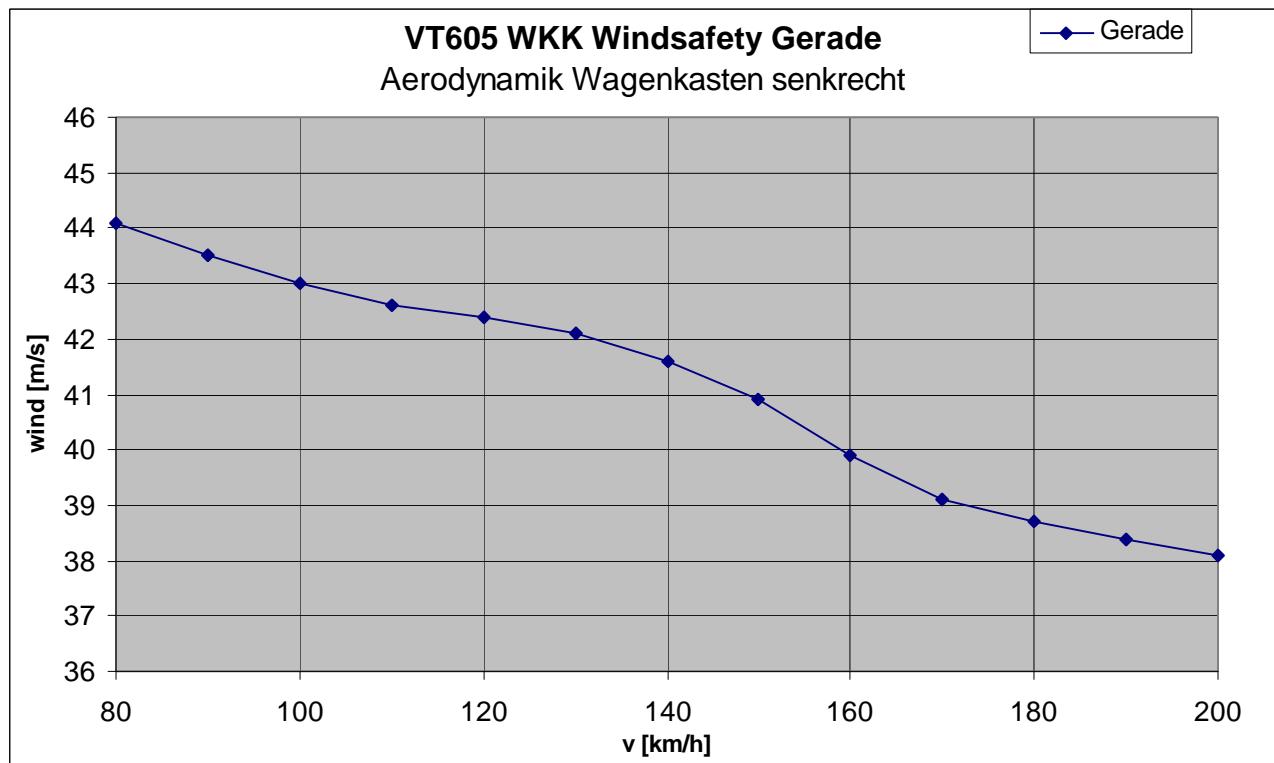


Abbildung 1: WKK VT605 mit Windsafety in der Geraden mit Aerodynamik Wagenkasten senkrecht

3.3.2 Aerodynamik Wagenkasten mit Wind geneigt

Tabelle 5: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° mit Wind geneigt und Wind von bogen-aussen für $aq=0,0 \text{ m/s}^2$ bis $aq=1,0 \text{ m/s}^2$

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° mit Wind geneigt Wind von bo-genaussen											
wind [m/s]	aq [m/s ²]										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
80	43,1	43,6	44,2	44,7	45,2	45,8	46,3	46,8	47,4	47,9	48,4
90	42,7	43,3	43,8	44,4	44,9	45,4	46,0	46,5	47,0	47,5	48,0
100	42,5	43,0	43,6	44,1	44,6	45,2	45,7	46,2	46,7	47,2	47,7
110	42,2	42,7	43,3	43,8	44,4	44,9	45,4	45,9	46,4	47,0	47,5
120	42,0	42,5	43,1	43,6	44,1	44,6	45,1	45,7	46,2	46,7	47,2
130	41,6	42,2	42,8	43,3	43,9	44,4	44,9	45,4	45,9	46,5	46,9
140	41,2	41,8	42,4	42,9	43,5	44,0	44,6	45,1	45,7	46,1	46,7
150	40,8	41,3	41,9	42,5	43,1	43,6	44,2	44,7	45,2	45,8	46,3
160	40,3	40,9	41,5	42,0	42,6	43,2	43,7	44,2	44,8	45,3	45,8
170	40,0	40,5	41,1	41,6	42,2	42,7	43,3	43,8	44,3	44,9	45,4
180	39,7	40,2	40,8	41,3	41,8	42,4	42,9	43,4	43,9	44,4	45,0
190	39,5	40,0	40,5	41,1	41,6	42,1	42,6	43,1	43,6	44,1	44,6
200	39,3	39,8	40,3	40,9	41,4	41,9	42,4	42,9	43,4	43,9	44,4

Tabelle 6: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° mit Wind geneigt und Wind von bogen-aussen für $aq=1,1 \text{ m/s}^2$ bis $aq=2,0 \text{ m/s}^2$

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° mit Wind geneigt Wind von bo-genaussen											
wind [m/s]	aq [m/s ²]										
v [km/h]	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	
80	48,9	49,4	49,9	50,4	50,9	51,4	51,9	52,4	52,8	53,3	
90	48,5	49,0	49,5	50,0	50,5	51,0	51,5	52,0	52,4	52,9	
100	48,2	48,7	49,2	49,7	50,2	50,7	51,1	51,6	52,1	52,5	
110	48,0	48,4	48,9	49,4	49,9	50,4	50,8	51,3	51,8	52,2	
120	47,7	48,1	48,7	49,1	49,6	50,1	50,6	51,0	51,5	52,0	
130	47,4	47,9	48,4	48,9	49,3	49,8	50,3	50,7	51,2	51,7	
140	47,2	47,7	48,2	48,6	49,1	49,6	50,1	50,5	51,0	51,4	
150	46,8	47,3	47,8	48,3	48,8	49,3	49,8	50,3	50,7	51,2	
160	46,4	46,9	47,4	47,9	48,4	48,9	49,4	49,9	50,4	50,9	
170	45,9	46,4	46,9	47,5	48,0	48,5	49,0	49,5	50,0	50,4	
180	45,5	46,0	46,5	47,0	47,5	48,0	48,5	49,0	49,5	50,0	
190	45,1	45,6	46,1	46,6	47,1	47,6	48,1	48,6	49,1	49,5	

200	44,8	45,3	45,8	46,3	46,8	47,2	47,7	48,2	48,7	49,1
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabelle 7: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° mit Wind geneigt verschiedene Windrichtungen bei vmax=200 km/h Wind von bogenaussen aq=0,0 m/s² - 1,0 m/s²

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° mit Wind geneigt für verschiedene Windrichtungen bei vmax=200 km/h Wind von bogenaussen											
wind [m/s]	aq [m/s²]										
v [km/h]	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
10	142,0	145,0	147,0	149,0	151,0	153,0	155,0	157,0	159,0	160,0	162,0
20	92,7	93,9	95,1	96,3	97,5	98,7	99,8	101,0	102,0	103,0	104,0
30	68,2	69,2	70,1	71,0	71,9	72,8	73,7	74,6	75,5	76,4	77,3
40	55,8	56,6	57,4	58,2	58,9	59,7	60,4	61,1	61,9	62,6	63,3
50	48,3	48,9	49,6	50,2	50,9	51,5	52,1	52,7	53,3	53,9	54,5
60	43,5	44,1	44,7	45,2	45,8	46,3	46,8	47,4	47,9	48,4	48,9
70	40,5	41,0	41,5	42,1	42,6	43,1	43,7	44,2	44,7	45,2	45,7
80	39,2	39,8	40,3	40,8	41,4	41,9	42,4	42,9	43,4	43,9	44,4

Tabelle 8: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° mit Wind geneigt verschiedene Windrichtungen bei vmax=200 km/h Wind von bogenaussen aq=1,1 m/s² - 2,0 m/s²

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° mit Wind geneigt für verschiedene Windrichtungen bei vmax=200 km/h Wind von bogenaussen											
wind [m/s]	aq [m/s²]										
v [km/h]	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	
10	164,0	167,0	169,0	171,0	173,0	174,0	176,0	178,0	180,0	182,0	
20	106,0	107,0	108,0	109,0	110,0	111,0	112,0	113,0	114,0	115,0	
30	78,1	79,0	79,8	80,6	81,4	82,3	83,1	83,9	84,7	85,5	
40	64,0	64,6	65,3	66,0	66,6	67,3	68,0	68,6	69,2	69,9	
50	55,1	55,7	56,3	56,9	57,4	58,0	58,5	59,1	59,6	60,1	
60	49,4	49,9	50,4	50,9	51,4	51,9	52,4	52,9	53,4	53,8	
70	46,2	46,7	47,2	47,7	48,2	48,7	49,1	49,6	50,1	50,5	
80	44,9	45,4	45,8	46,3	46,7	47,2	47,7	48,1	48,5	49,0	

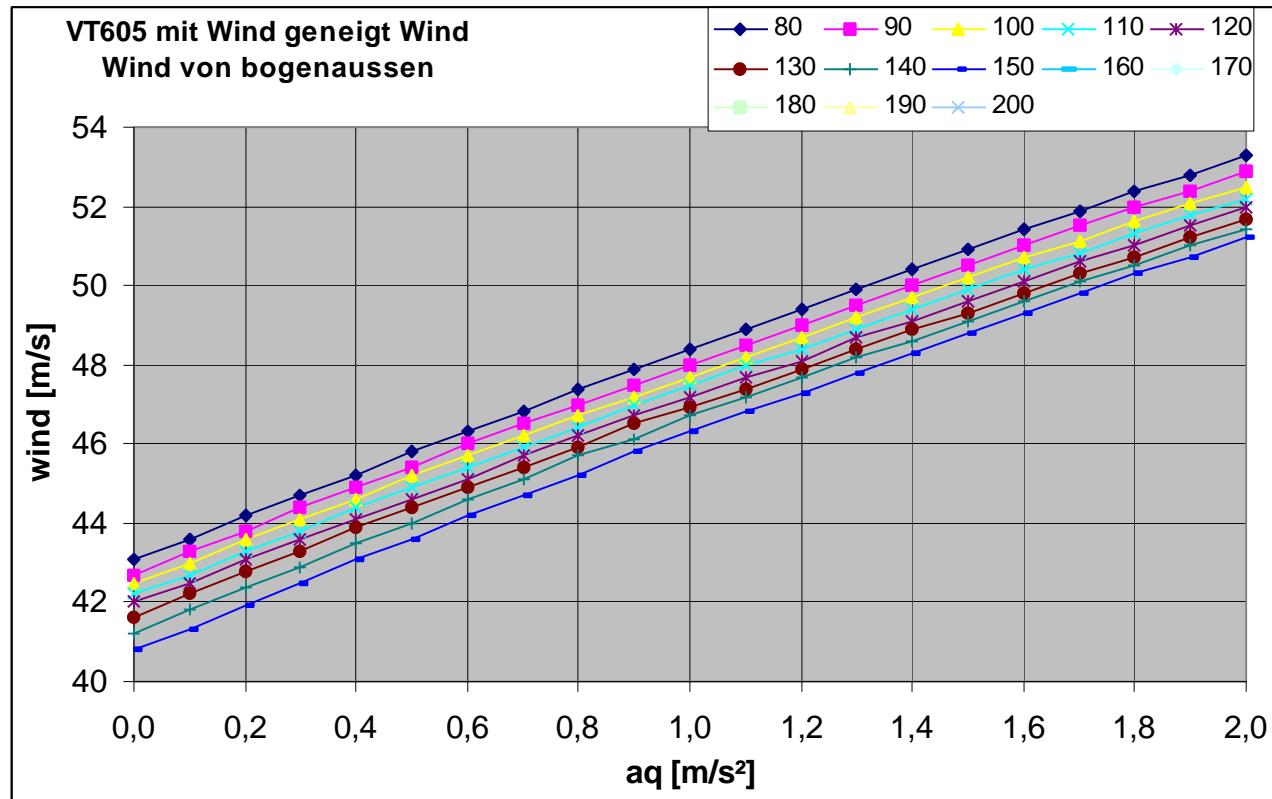


Abbildung 2: WKK VT605 mit Windsafety im Bogen mit Aerodynamik Wagenkasten 8° mit Wind geneigt und Wind von bogenaußen

3.3.3 Aerodynamik Wagenkasten gegen Wind geneigt

Tabelle 9: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° gegen Wind geneigt, Wind von bogeninnen für $a_q=0,0$ m/s 2 bis $a_q=1,1$ m/s 2

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° gegen Wind geneigt												
wind [m/s]	a_q [m/s 2]	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
v [km/h]	0,0	42,8	42,2	41,5	40,9	40,2	39,6	38,9	38,3	37,7	36,9	36,3
80	42,8	42,2	41,5	40,9	40,2	39,6	38,9	38,3	37,7	36,9	36,3	
90	41,9	41,3	40,7	40,1	39,5	38,9	38,2	37,6	36,9	36,2	35,5	
100	41,2	40,6	40,0	39,4	38,8	38,2	38,1	37,5	36,9	36,3	35,6	35,0
110	40,5	40,0	39,4	38,8	38,2	37,6	37,0	36,4	35,8	35,1	34,4	34,0
120	40,0	39,4	38,9	38,3	37,6	37,0	36,4	35,7	35,1	34,4	33,7	
130	39,4	38,8	38,2	37,6	37,0	36,4	35,7	35,1	34,5	33,8	33,1	
140	38,8	38,2	37,6	37,0	36,4	35,8	35,2	34,5	33,8	33,2	32,5	
150	38,2	37,6	37,0	36,4	35,8	35,1	34,5	33,9	33,2	32,5	31,9	
160	37,6	37,0	36,4	35,8	35,1	34,6	33,9	33,2	32,6	32,0	31,3	
170	36,9	36,3	35,7	35,2	34,6	34,0	33,3	32,7	32,1	31,5	30,9	
180	36,3	35,8	35,2	34,6	34,1	33,5	32,9	32,4	31,8	31,2	30,6	
190	35,8	35,3	34,8	34,3	33,7	33,2	32,6	32,1	31,5	30,9	30,3	
200	35,5	35,0	34,5	34,0	33,5	32,9	32,4	31,8	31,2	30,5	29,9	

Tabelle 10: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° gegen Wind geneigt, Wind von bogeninnen für $aq=1,1 \text{ m/s}^2$ bis $aq=2,0 \text{ m/s}^2$

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° gegen Wind geneigt										
wind [m/s]	aq [m/s ²]									
v [km/h]	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
80	35,6	34,9	34,2	33,5	32,7	31,9	31,2	30,4	29,6	28,8
90	34,9	34,2	33,5	32,8	32,1	31,4	30,6	29,9	29,1	28,3
100	34,3	33,6	32,9	32,3	31,5	30,8	30,0	29,2	28,4	27,6
110	33,7	33,0	32,4	31,6	30,9	30,1	29,4	28,6	27,8	27,0
120	33,1	32,3	31,7	31,0	30,2	29,5	28,7	28,0	27,3	26,4
130	32,5	31,8	31,2	30,4	29,6	28,9	28,1	27,3	26,5	25,7
140	31,8	31,1	30,4	29,7	29,0	28,2	27,5	26,8	26,0	25,3
150	31,2	30,5	29,8	29,1	28,4	27,8	27,1	26,4	25,7	25,0
160	30,6	30,0	29,4	28,7	28,1	27,5	26,8	26,1	25,4	24,6
170	30,3	29,7	29,3	28,5	27,8	27,1	26,4	25,7	25,0	24,2
180	30,1	29,4	28,8	28,1	27,4	26,7	26,0	25,3	24,5	23,8
190	29,7	29,0	28,4	27,7	27,0	26,3	25,6	24,8	24,1	23,3
200	29,3	28,6	28,0	27,3	26,6	25,9	25,2	24,4	23,7	23,0

Tabelle 11: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° gegen Wind geneigt verschiedene Windrichtungen bei $v_{max}=200 \text{ km/h}$ Wind von bogeninnen $aq=0,0 \text{ m/s}^2 - 1,0 \text{ m/s}^2$

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° gegen Wind geneigt für verschiedene Windrichtungen bei $v_{max}=200 \text{ km/h}$ Wind von bogeninnen											
wind [m/s]	aq [m/s ²]										
v [km/h]	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
10	142,0	141,0	139,0	137,0	135,0	134,0	132,0	130,0	128,0	126,0	125,0
20	78,9	77,8	76,6	75,5	74,3	73,1	71,9	70,7	69,5	68,2	66,9
30	59,1	58,2	57,4	56,4	55,5	54,6	53,8	53,0	51,8	51,2	49,9
40	48,0	47,4	46,7	46,0	45,2	44,5	44,0	43,2	42,3	41,5	40,8
50	41,8	41,2	40,6	40,0	39,3	38,7	38,0	37,3	36,7	36,0	35,3
60	38,1	37,5	37,0	36,4	35,8	35,2	34,6	34,0	33,4	32,8	32,1
70	36,1	35,6	35,0	34,5	33,9	33,3	32,7	32,3	31,6	31,0	30,3
80	35,4	34,9	34,4	33,8	33,3	32,7	32,1	31,5	30,9	30,3	29,7

Tabelle 12: VT605 WKK nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° gegen Wind geneigt verschiedene Windrichtungen bei $v_{max}=200$ km/h Wind von bogeninnen $aq=1,1$ m/s 2 - 2,0 m/s 2

WKK VT605 nach Windsafety mit Aerodynamik Wagenkasten 8° gegen Wind geneigt für verschiedene Windrichtungen bei $v_{max}=200$ km/h Wind von bogeninnen										
wind [m/s]	aq [m/s2]									
v [km/h]	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
10	123,0	121,0	119,0	117,0	115,0	113,0	111,0	109,0	107,0	104,0
20	65,7	64,4	63,0	61,7	60,3	58,9	57,5	56,1	54,7	53,3
30	48,9	47,9	46,9	45,9	44,8	43,7	42,6	41,5	40,4	39,3
40	40,0	39,2	38,4	37,5	36,7	35,8	34,9	34,0	33,1	32,1
50	34,6	33,9	33,2	32,5	31,7	31,0	30,2	29,5	28,7	27,9
60	31,5	30,8	30,2	29,5	28,8	28,1	27,4	26,7	25,9	25,2
70	29,7	29,1	28,5	27,8	27,2	26,5	25,9	25,2	24,4	23,7
80	29,1	28,5	27,8	27,2	26,5	25,9	25,2	24,5	23,8	23,1

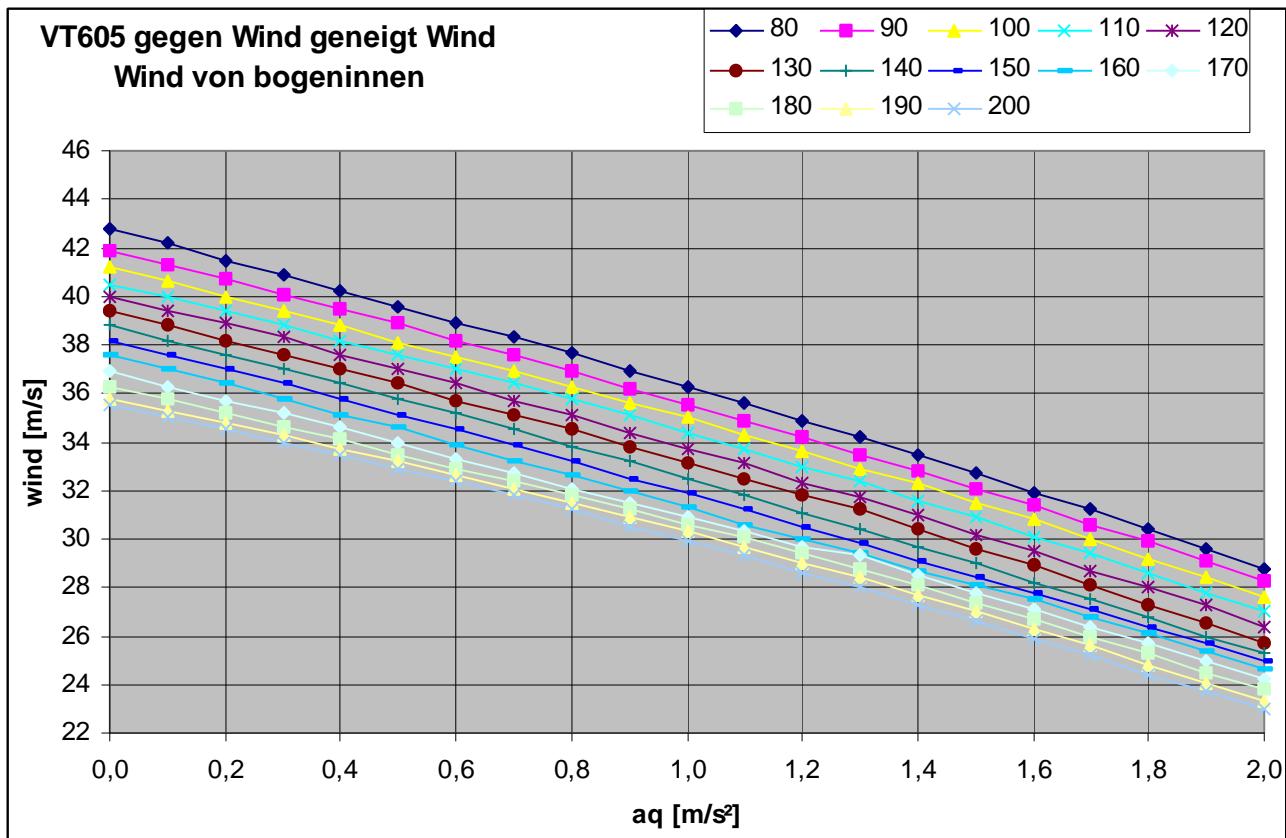


Abbildung 3: WKK VT605 mit Windsafety Bogenfahrt mit Aerodynamik Wagenkasten 8° gegen Wind geneigt Wind von bogeninnen

4 Unterschriften

Minden, den 25.03.04



Dipl.-Ing. Clemens Höppe

Leiter T.TZF 95.1



Dr.-Ing. Rolf Naumann

T.TZF 95.1

5 Literatur

- [1] Bericht: 095-UN-0130-04 von T.TZF95.1 „Berechnung der Windkennkurven des VT605-Endwagens mit dem Windsafety-Verfahren von Bombardier“ vom 04.02.04.