

Aerodynamik

Alle aerodynamischen Messungen wurden am original Formel Volkswagen Fahrzeug (1:1) im Volkswagen Klima-windkanal in Wolfsburg durchgeführt. Die auftretende Bodengrenzschicht wurde durch einen v-förmigen Grenzschicht-zaun reduziert, die drehenden Räder durch Keile an der windabgewandten Lauffläche angenähert. Die Anströmge-schwindigkeit betrug für den Großteil der Messungen 160 km/h.

In diesem Manual sollen die wesentlichen Zusammenhänge von Widerstands- und Abtriebskräften (an Vorder- und Hinterachse) bezüglich Standhöhenänderungen, Flapverstellung und Zusatzteilen (Gurney-Flaps) dargestellt werden.

Die hier angegebenen Basiswerte kennzeichnen das Standard Set Up des Fahrzeuges, die auch gelten, falls bei einer Modifikation nicht näher spezifiziert wird.

Aerodynamics

All aerodynamic measurements have been conducted with the original Formula Volkswagen car (scale 1:1) in the Volkswagen climatic wind tunnel at Wolfsburg, Germany. The present boundary layer was reduced by a V-angled boundary layer barrier. To approximate the turning wheels taped wedges were used at the leeward edges. The wind speed chosen was 160 km/h for most of the tests.

This manual should point out the basic data concerning drag and down force (at the front and rear axle) in relation to ride height, flap adjustment and additional parts (Gurney-Flaps).

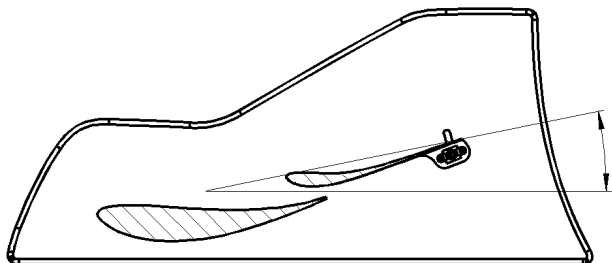
The data given in the following table indicates the base trim of the car. These data are valid, if a modification is not specified more exactly.

Kennwert Parameter	<i>Basiswert</i> Base trim	<i>Variationsbereich</i> Modification range
Standhöhe vorne <i>Front ride height</i>	25 mm	10-40 mm
Standhöhe hinten <i>Rear ride height</i>	45 mm	30-60 mm
Flapposition vorne <i>Front flap position a</i>	14,5°	9,5° (12° / 14,5° / 17°) 19,5°
Flapposition hinten <i>Rear flap position b</i>	22°	5,5° (13,8° / 22° / 30°) 38,5°
Gurney Flaps vorne <i>Front Gurney Flaps</i>	nein <i>no</i>	5 mm (gerade oder voll) <i>5 mm (straight or full)</i>
Gurney Flaps hinten <i>Rear Gurney Flaps</i>	nein <i>no</i>	5 mm (oben oder oben und unten) <i>5 mm (top or top and bottom)</i>

Formel Volkswagen 2002

Flügeleinstellungen front

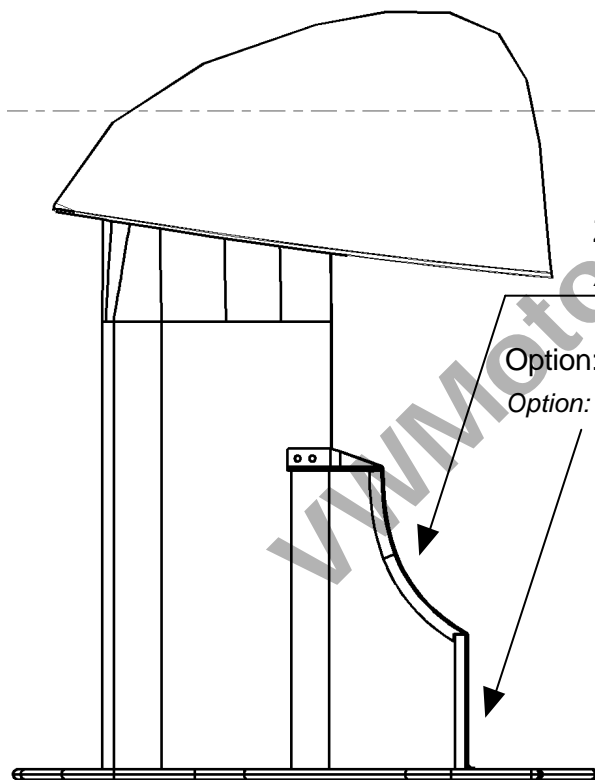
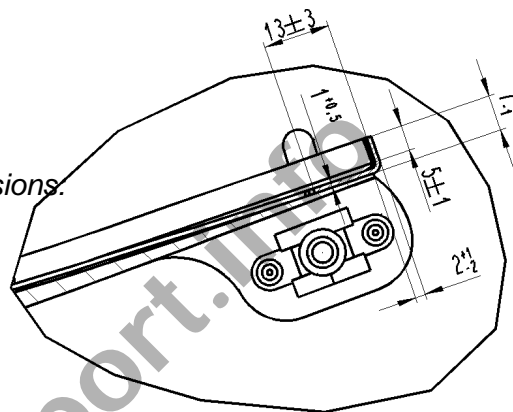
Wing configurations front



Meßmethode Flapwinkel :
Analog zum hinten Flapwinkel
(nächste Seite)

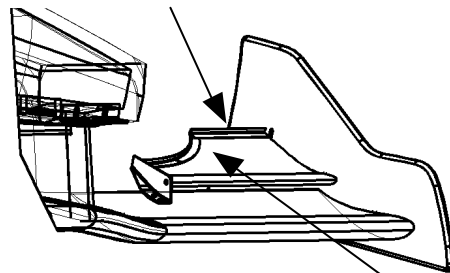
Measuring method flap angle :
Same as the rear flap angle (next)

Gurney-Maße:
Gurney dimensions:



Zusatzoption: Gurney-Falp über die gesamte Flapbreite
Additional option: Gurney including the whole trailing edge

Option: Gurney-Falp am geraden Teil des Frontflügels
Option: Gurney at the straight part of the trailing edge



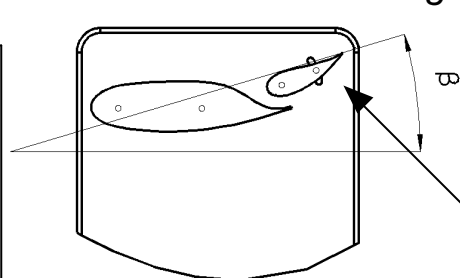
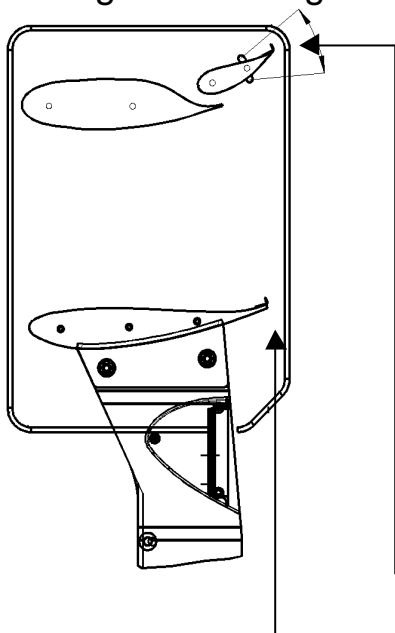
Die Maße des Gurneyprofils und die Einbaubedingungen sind für den geraden Teil, den gebogenen Teil sowie die hinteren Gurneys identisch (vgl. nächste Seite).

The dimensions of the Gurney profile and the mounting conditions are identical for the straight and the curved part as well as for the rear Gurneys (note next page).

Formel Volkswagen 2002

Heckflügeleinstellungen

Wing configurations rear



Heckflügelverstellprofil
Flap

Meßmethode Flapwinkel :

Flap ohne Gurney-Flap gegen die Horizontale bei einem Standhöhenunterschied vorne/hinten von 20mm (z.B. 25/45)

Measuring method flap angle :

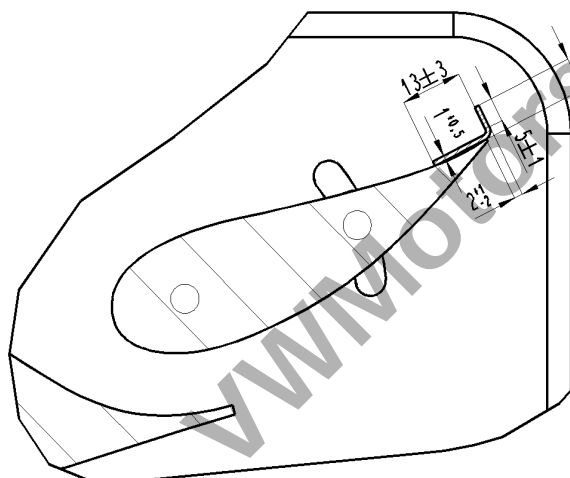
flap without Gurney to a horizontal plane based on a ride weight difference (front/rear) of 20mm (e.g. 25/45)

Option: Oberer Gurney-Flap

Option: top Gurney

Zusatzoption: Unterer Gurney

Additional option: bottom Gurney



Gurney-Flap:

Maße und Toleranzen beachten
Befestigung: Tape oder
Schrauben/Nieten
Material: Aluminium oder CFK
Unterer Gurney analog

Gurney Flap:

Dimensions and tolerances as shown
Mounting: tape or screws/rivets
Material: aluminium or carbon
Bottom Gurney identical

Empfohlene Flapeinstellungen

Recommended flap configurations

Spezifikation Specification	LOW	MID	HIGH
Flapposition vorne Front flap position <i>a</i>	9,5°-11°	11°-15°	15°-19,5°
Gurney Flaps vorne Front	Nein No	Nein No	Möglich Possible
Flapposition hinten Rear flap position <i>b</i>	5,5°-14°	14°-25°	25°-32°
Gurney Flaps hinten Rear	Nein No	Möglich Possible	Ja; 2. optional Yes; 2 nd optional

Formel Volkswagen 2002

Aerodynamische Beiwerte

Aerodynamic coefficients

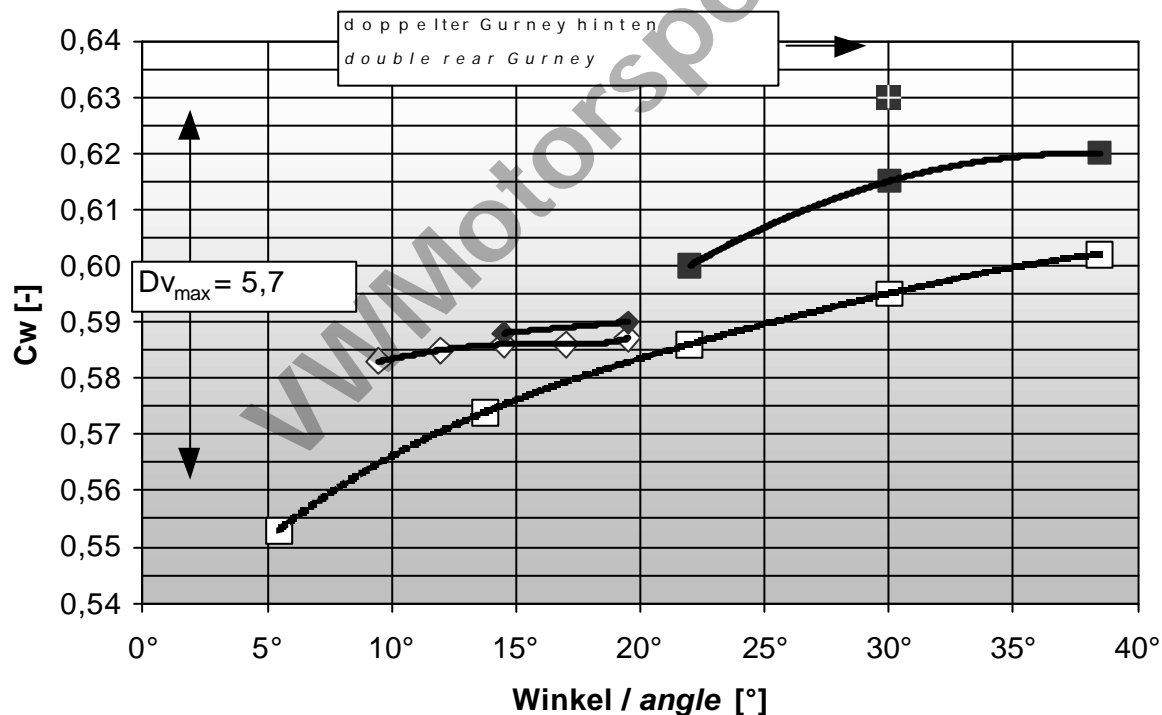
Kenndaten im Standard Set-Up

Characteristics of the base trim

Kennwert Parameter	C_w (drag)	A (area)	C_{av} (front)	C_{ah} (rear)	C_a (total)
Einheit Dimension	[-]	[m ²]	[-]	[-]	[-]
Formel VW	0,586	1,10	0,192	0,348	0,540
Kennwert Parameter	Balance Balance	Effektivität Effectiveness	F_{av} @160km/h	F_{ah} @160km/h	
Einheit Dimension	[-] (C_{av}/C_a)	[-] (C_a/C_w)	[N]	[N]	
Formel VW	32,8%	0,971	251	457	

Widerstandscharakteristik
Cw-Wert über Flap-Winkel

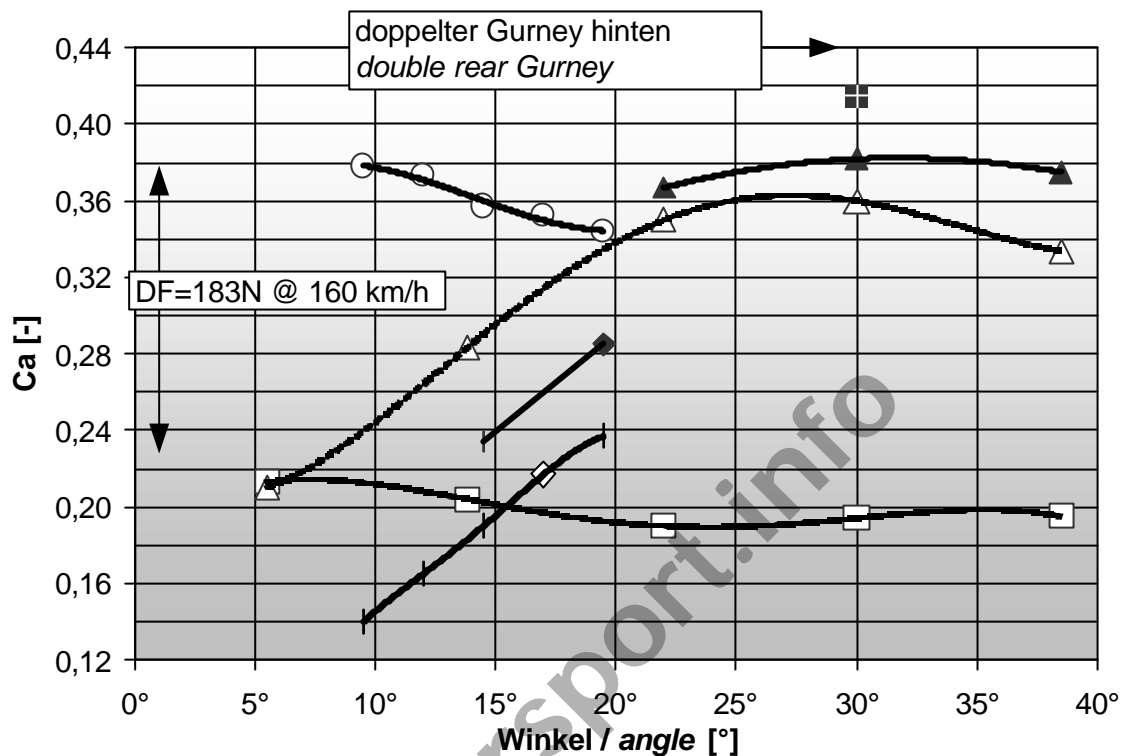
*Drag characteristics
Drag vs. Flap angle*



Formel Volkswagen 2002

Abtriebscharakteristik

Downforce characteristics



- ◇ Ca vorne für Frontflapänderung (hinten: mittel) / Ca front with different front flap angles (rear: medium)
- Ca hinten für Frontflapänderung (hinten: mittel) / Ca rear with different front flap angles (rear: medium)
- Ca vorne für Heckflapänderung (vorne: mittel) / Ca front with different rear flap angles (front: medium)
- △ Ca hinten für Heckflapänderung (vorne: mittel) / Ca rear with different rear flap angles (front: medium)
- ◆ Ca vorne mit Zusatz-Gurney vorne / Ca front with additional front Gurney
- ▲ Ca hinten mit Zusatz-Gurney hinten / Ca rear with additional rear Gurney

Das Widerstandsdiagramm zeigt, daß das Formel Volkswagen Fahrzeug relativ stabile Beiwerte besitzt (Skalierung beachten). Während der Widerstand bei steilerem Frontflügel flap kaum ansteigt, kann mit dem hinteren Flap die Höchstgeschwindigkeit im Bereich von bis zu 6 km/h beeinflusst werden.

As you can see from the given drag diagram the coefficients are quite constant (note the scale). Though drag hardly rises with a steeper front wing flap, top speed can be manipulated in the range of 6 km/h in changing the angle of the rear wing flap.

Formel Volkswagen 2002

Auch bei der Verwendung von Gurney-Flaps zeigt sich der signifikantere Einfluß am Fahrzeugheck. Vorne erhöht der Gurney kaum den Widerstand; Unterschiede zwischen einem Gurney, der nur das gerade Flügelende umfaßt und einem, der auch noch den gebogenen Teil miteinschließt, waren bezüglich des Widerstands nicht festzustellen, jedoch produziert die aufwendigere Variante geringfügig mehr Abtrieb, die Effektivität des Fahrzeugs steigt.

Das Abtriebsverhalten ist für steigenden Frontflapwinkel annähernd linear, der Gurney bewirkt eine Parallelverschiebung auf höheres Niveau. Der hintere Flap sollte **nicht** steiler als 32° gestellt werden, da hier der maximale Abtrieb erreicht wird. Die im Abtriebsdiagramm mit steigendem Flapwinkel abfallenden Abtriebsbeiwerte kennzeichnen die Balanceverschiebung durch eine Maßnahme am anderen Fahrzeugende.

Standhöhen einfluß

Auch Standhöhe und Anstellwinkel des Fahrzeuges beeinflussen die Aerodynamik. Je keilförmiger das Fahrzeug angestellt wird (extreme Meßposition: 10 mm vorne, 60 mm hinten) um so höher ist der Gesamtabtrieb. Auch verschiebt sich dabei die Balance zunehmend nach vorn.

The use of gurney flaps has more influence at the rear. At the front, there is hardly a difference in drag without a Gurney, with a straight Gurney at the trailing edge of the front wing or with a Gurney which also includes the curved part of the wing. But the recent, more complex version produces pretty more downforce, which increases the efficiency of the car.

The downforce characteristics are quite linear with an increasing front flap angle, the Gurney shifts to higher levels. The rear flap should NOT be steeper than 32°, as maximum downforce is gained at this point. In the downforce diagram decreasing downforce coefficients with increasing flap angles identify a change of balance, caused by an action at the other end of the car.

Influence of different ride heights

Ride height and rake angle also have influence to the aerodynamic performance. The more difference in front and rear ride height (maximum measuring position 10mm front, 60mm rear) the higher the overall downforce. The balance is shifted to the front in this case

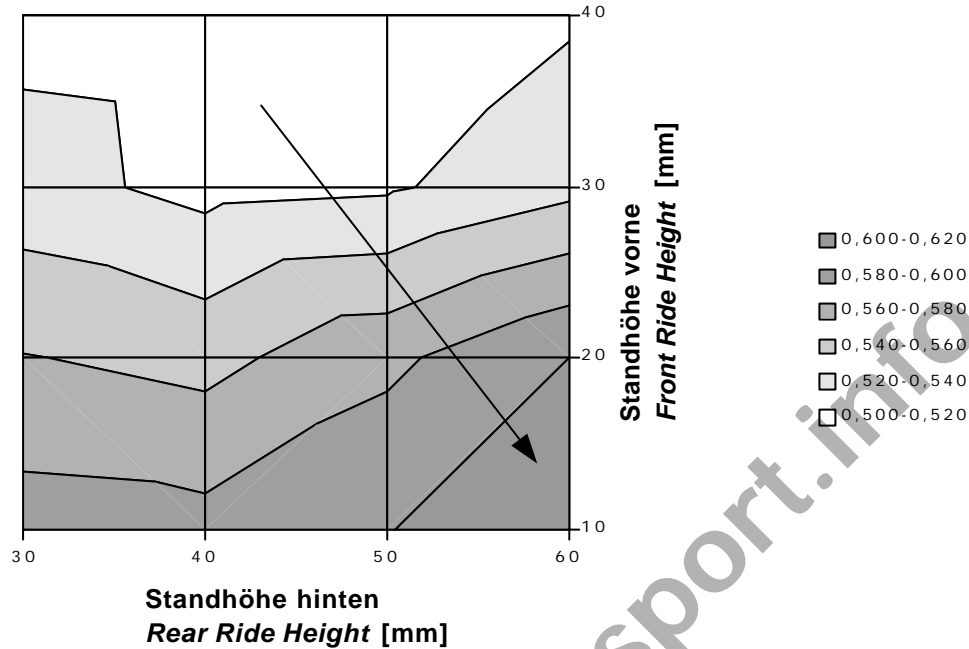
Formel Volkswagen 2002

Standhöhen einfluß

Influence of different ride heights

Gesamtabtrieb C_a über Standhöhe

Total Downforce C_a vs. Ride Height



Balance C_{av}/C_a über Standhöhe

Balance vs. Ride Height

