

## 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 Standhöhenände-rungen, Flapverstellung und Zusatzteilen (Gurney-Flaps) dargestellt werden.

Die hier angegebenen Basiswerte kennzeichnen das Standard Set Up des Fahrzeuges, die auch gelten, falls bei eine 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).*

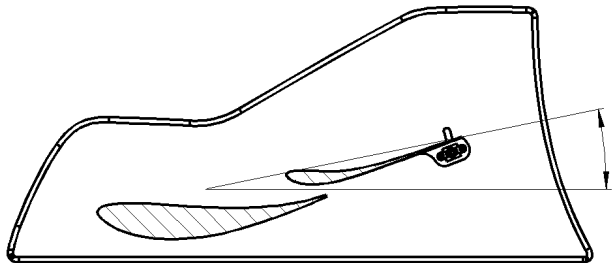
The data given in the following table indicates the base trim of the car. These data are valid, if a modification is not specified more exactly.

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

## Formel Volkswagen 2002

### Flügeleinstellungen front

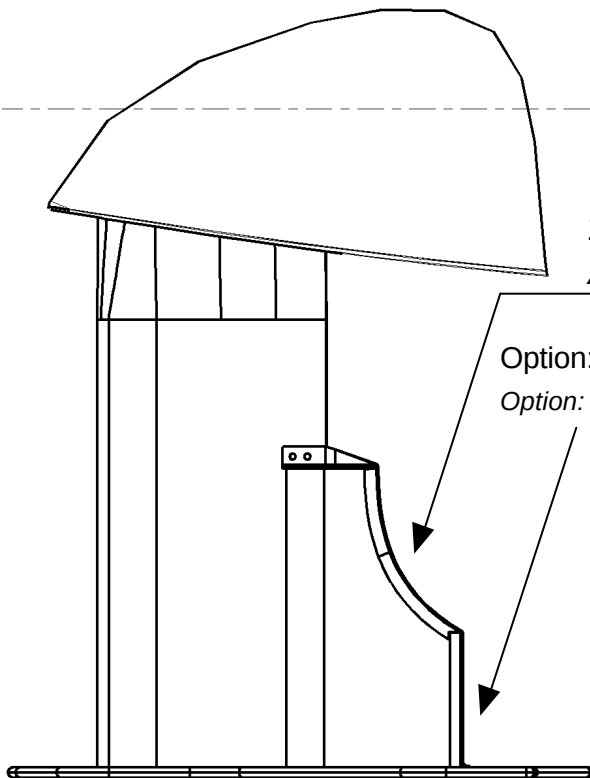
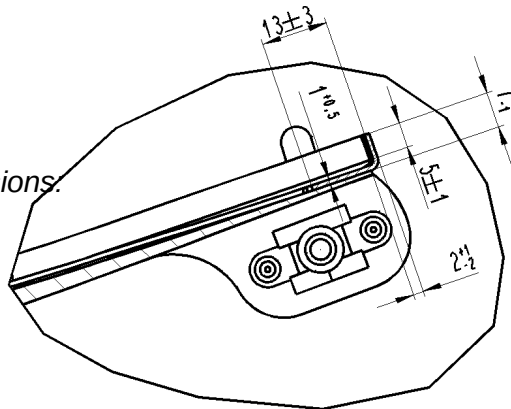
### Wing configurations front



**Meßmethode Flapwinkel :**  
Analog zum hinten Flapwinkel  
(nächste Seite)

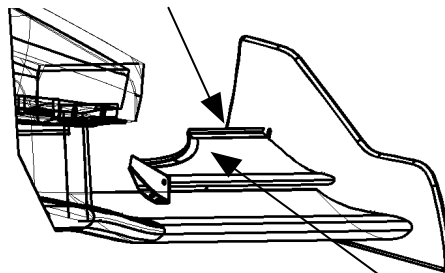
**Measuring method flap angle :**  
Same as the rear flap angle (next  
page)

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

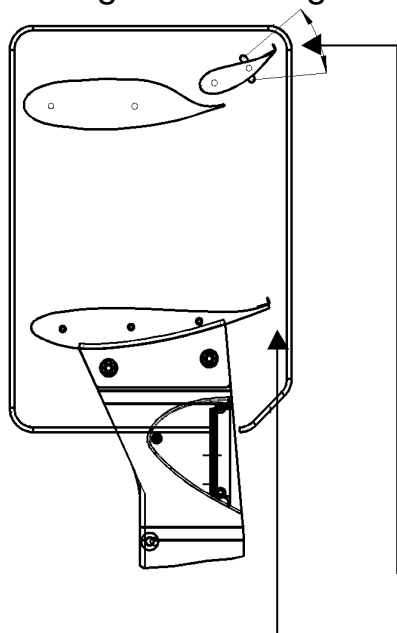


Die Maße des Gurneyprofils und die Einbaubedingungen sind für den geraden Teil, den gebogenen Teil sowie die hinteren Gurneys identisch (vgl. nächste Seite).

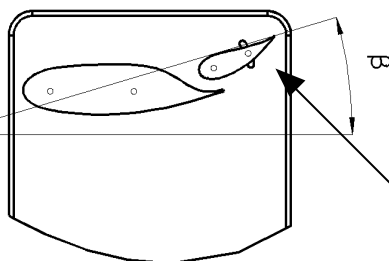
The dimensions of the Gurney profile and the mounting conditions are identical for the straight and the curved part as well as for the rear Gurneys (note next page).

## 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 :

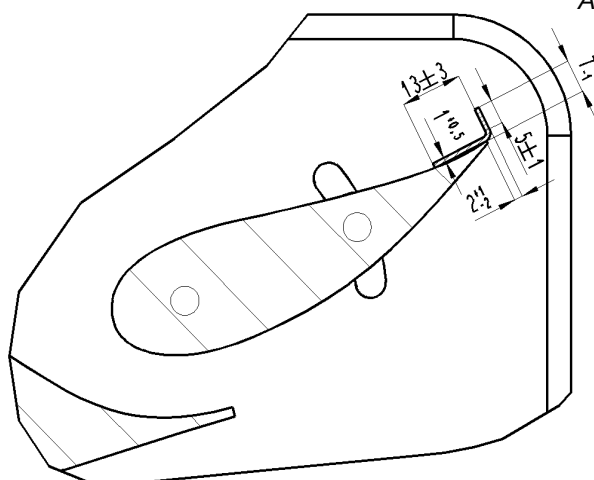
flap without Gurney to a horizontal plane based on a ride weight difference (front/rear) of 20mm (e.g. 25/45)

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

## Formel Volkswagen 2002

Aerodynamische Beiwerte

*Aerodynamic coefficients*

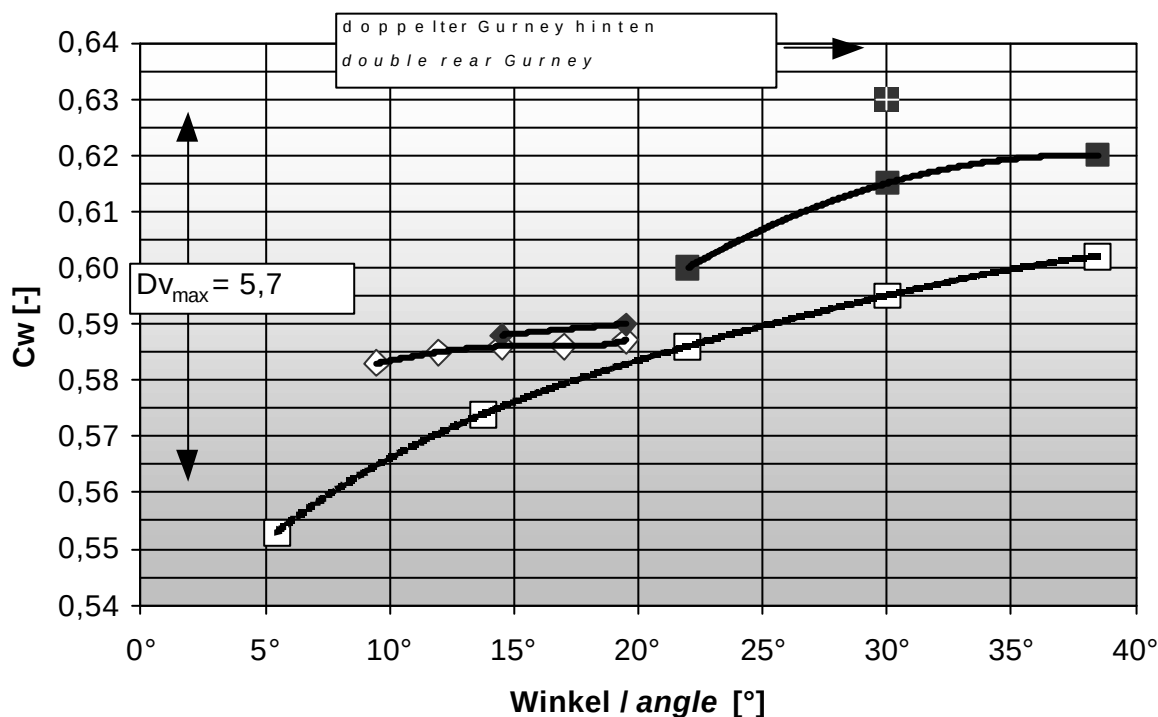
Kenndaten im Standard Set-Up

*Characteristics of the base trim*

| Kennwert<br>Parameter | $C_w$ (drag)         | A (area)                      | $C_{av}$ (front)     | $C_{ah}$ (rear)      | $C_a$ (total) |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| Einheit<br>Dimension  | [-]                  | [m <sup>2</sup> ]             | [-]                  | [-]                  | [-]           |
| Formel VW             | 0,586                | 1,10                          | 0,192                | 0,348                | 0,540         |
| Kennwert<br>Parameter | Balance<br>Balance   | Effektivität<br>Effectiveness | $F_{av}$<br>@160km/h | $F_{ah}$<br>@160km/h |               |
| Einheit<br>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*

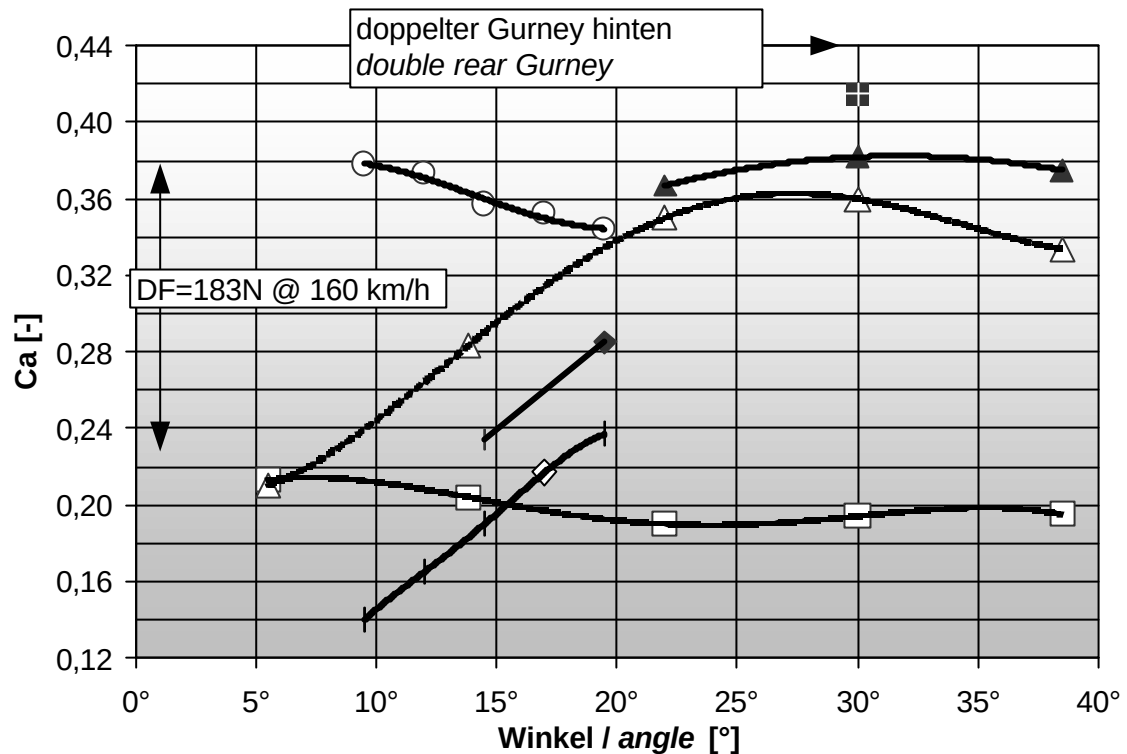


- ◇ Modifikation vorne (hinten: Mittelposition) front modification (rear: medium position)
- Modifikation hinten (vorne: Mittelposition) rear modification (front: medium position)
- ◆ Zusatz-Gurney vorne additional front Gurney
- Zusatz-Gurney hinten additional rear Gurney

## 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.

### **Standhöheneinfluß**

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*

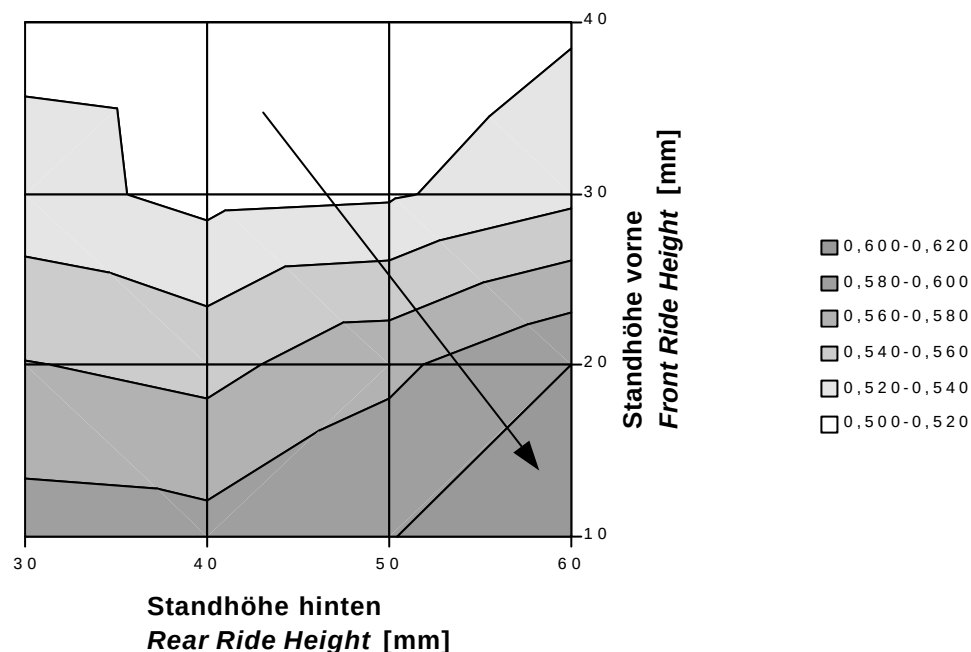
## Formel Volkswagen 2002

### Standhöheneinfluß

### *Influence of different ride heights*

#### Gesamtabtrieb Ca über Standhöhe

#### *Total Downforce Ca vs. Ride Height*



#### Balance Cav/Ca über Standhöhe

#### *Balance vs. Ride Height*

