

Op basis van de technische gegevens van deze door u geselecteerde combinatie vindt u hieronder een (theoretische) berekening van de trekkracht-prestaties van de Ford Focus 1.8 TDDI. Aangezien van bepaalde algemene aannames wordt uitgegaan zijn verschillen met de praktijk altijd mogelijk. Zie de toelichting op: [www.trekauto.nl](http://www.trekauto.nl)

## De combinatie

De Ford Focus 1.8 TDDI heeft een beladen gewicht van 1509 kg. Daarmee bent u van plan een Home-Car Racer 45 Spirit met een beladen gewicht van 1200 kg te trekken. Het totaal treingewicht komt daarmee op 2709 kg. Het wettelijk toegestaan maximaal trekgewicht van de auto is 1200 kg, mits binnen de ev. treingewichtslimiet. (Zie tabel op pagina 7 voor details)

De ANWB adviseert - vanwege het overwicht dat de trekauto dan heeft - het beladen gewicht van de caravan te beperken tot 75 à 80% van het beladen gewicht van de auto. Deze combinatie heeft een gewichtsverhouding van 80%!

U heeft rijbewijs BE nodig om met deze combinatie te mogen rijden.

## Algemene conclusie

Onze conclusie voor deze trekauto is dat de Home-Car Racer 45 Spirit vanwege bovengenoemd overwicht - nuttig onder kritische omstandigheden - aan de zware kant is, maar dat de motorische eigenschappen voor voldoende (iets bovengemiddelde) prestaties zorgen. De combinatie blinkt naar verwachting vooral uit op het volgende onderdeel: ▲ het rijden op steile berghellingen - niet persé het wegrijden vanuit stilstand. Echt slecht scoren doet de combinatie op geen enkel onderdeel!

De **trekkersscore** (zie de toelichting op [www.trekauto.nl](http://www.trekauto.nl)) voor deze combinatie:



## Prestaties bij het rijden in de verschillende versnellingen op de vlakke weg (ook bij tegenwind)

### Acceleratie\*

Naast de harde cijfertjes kunt u in deze tabel een indruk krijgen of je je 't schompes moet schakelen om de gang er in te houden of dat de combinatie daarentegen schakellui te rijden is...

snelheidsbereik	solo	combinatie	typering	acceleratie
0 - 80 km/u	8,4 s.	19,4 s.		redelijk vlot
0 - 100 km/u	12,6 s.	38,0 s.		bedaagd
0 - 120 km/u	17,9 s.	-		niet mogelijk
70 - 90 km/u	3,1 s.	10,4 s.		bedaagd
idem (5e versn.)	6,2 s.	-		niet mogelijk
idem (4e versn.)	3,9 s.	15,6 s.		niet zo vlot
idem (3e versn.)	3,1 s.	10,4 s.		bedaagd
idem (2e versn.)	-	-		niet mogelijk
50 - 100 km/u	8,3 s.	28,9 s.		bedaagd
idem (5e versn.)	17,4 s.	-		niet mogelijk
idem (4e versn.)	10,1 s.	41,9 s.		traag
idem (3e versn.)	-	-		niet mogelijk
idem (2e versn.)	-	-		niet mogelijk
80 - 120 km/u	9,5 s.	-		niet mogelijk
80 - 120 km/u (3e versn.)	-	-		niet mogelijk

### Vermogen

Vermogen is nodig om voornamelijk de luchtweerstand bij hogere snelheden te overwinnen. Helaas is het grootste vermogen pas bij 4000 rpm beschikbaar. Soms reduceert de hoogste versnelling de kracht zelfs zo dat een redelijke kruissnelheid - zonder rugwind - daarmee niet haalbaar is. Dat is bij deze combinatie - mogelijk - het geval. (Zie de details op de volgende pagina)

Het vermogen bij 90 km is:

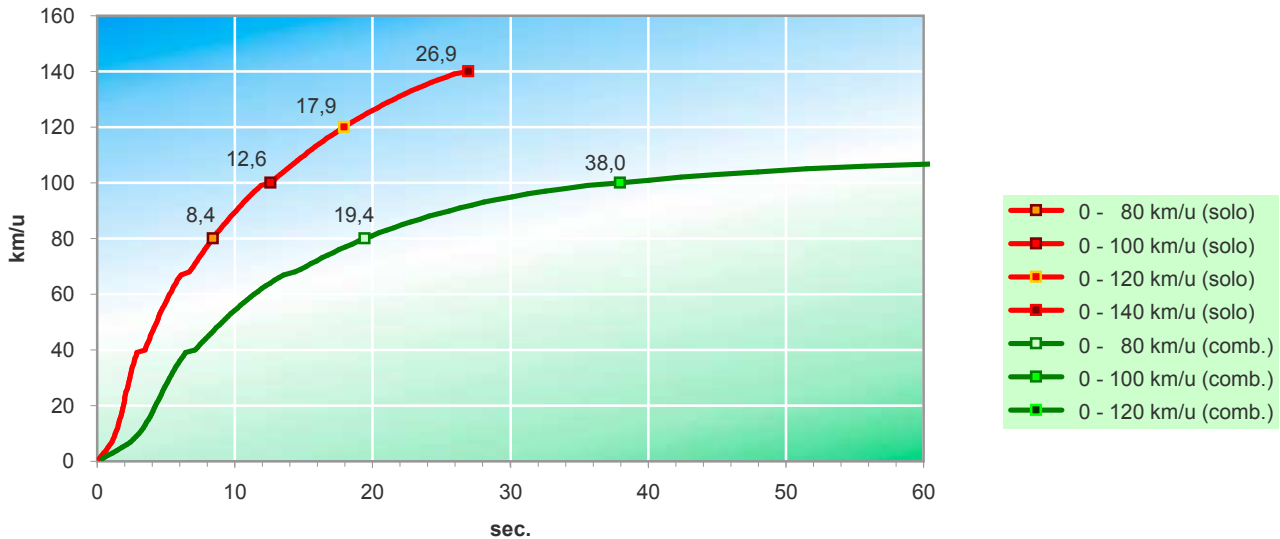
in de 3e versnelling	61 kW	(83 pk)
in de 4e versnelling	54 kW	(73 pk)
in de 5e versnelling	42 kW	(57 pk)

Benodigd vermogen om de rijweerstand bij 90 km/u te overbruggen:

38 kW	(52 pk)
-------	---------

\* de berekende acceleratiecijfers zijn indicatief, doch redelijk overeenkomend met de realiteit... Waarde hebben ze vooral ter beoordeling van het relatieve verschil t.o.v. de solo-waarden en t.o.v. andere berekeningen met andere combinaties resp. massa's.

## acceleratie



## De 'cruise-control'

Acceleratie is één ding. De snelheid vasthouden is iets anders. Vooral als er sprake is van wat vals plat kan dit soms tegenvallen.

Op de vlakke weg kan bij windstil weer gebruik gemaakt worden van de:

	4e versn.	5e versn.
70 km/u	ja	ja
80 km/u	ja	ja
90 km/u	ja	ja
100 km/u	ja	nee
110 km/u	soms	nee
120 km/u	nee	nee
130 km/u	nee	nee

En op vals plat van ca. 2% kan gebruik gemaakt worden van de:

	3e versn.	4e versn.	5e versn.
70 km/u	ja	ja	nee
80 km/u	ja	ja	nee
90 km/u	ja	ja	nee
100 km/u	n.v.t.	nee	nee
110 km/u	n.v.t.	nee	nee
120 km/u	n.v.t.	nee	nee
130 km/u	n.v.t.	nee	nee

## Topsnelheden en de wind

Wind is een belangrijke factor bij hogere snelheden. Stroomlijn (Cw) in combinatie met de breedte x hoogte (F) zijn dé beperkers van de topsnelheid - niet het gewicht! De kracht in een lagere versnelling is vaak hoger. De motor maakt dan wel meer toeren en dat kan storend zijn. De absolute topsnelheid is natuurlijk niet zo interessant - zeker niet als de acceleratie om die te bereiken wel eens lang kan duren. Hij kan wel een indruk geven of er bij een bepaalde kruissnelheid nog wat kracht over is, want plankgas rijden is niet verstandig...

	windstil	windkracht 3	windkracht 5	rugwind kracht 2	
Topsnelheid in de 2e versnelling	67 *	67 *	67 *	67 *	km/u
Topsnelheid in de 3e versnelling	99 *	98 *	89	99 *	km/u
Topsnelheid in de 4e versnelling	110	98	82	116	km/u
Topsnelheid in de 5e versnelling	98	77	terugschakelen	107	km/u

(eventueel rood geduide snelheden: misschien beter terugschakelen) \* ca. maximum toerental

## Stroomlijn

Een tweemetervijftig brede caravan vangt nu eenmaal meer rijwind dan eentje van tweemetertwintig. Een goed gestroomlijnde combinatie botst tegen dezelfde luchtweerstand, maar breekt er makkelijk doorheen. Een MPV (met caravan) scoort beter dan een schuin aflopende hatchback of sedan. De positieve invloed van een goed gestroomlijnde caravan is groter naarmate de achterkant van de auto schuiner is. Wat betekent dat nu allemaal?

De caravan van uw keuze heeft een met 'gemiddeld' aangeduide stroomlijn. De breedte is 2,29 meter. In combinatie met de Ford Focus zijn de snelheden berekend zoals hierboven vermeld. Wat zijn nu de consequenties voor de (top)snelheden met een afwijkend gestroomlijnde caravan van dezelfde hoogte x breedte. En wat zijn de effecten met een 2,49 meter brede caravan?

opgegeven breedte van 2,29 mtr. voor de Home-Car Racer 45 Spirit en een stroomlijn getypeerd als:	gemiddeld	zeer goed	slecht	
<i>(alle waarden onder windstille omstandigheden)</i>				
Topsnelheid in de 2e versnelling	67 *	67 *	67 *	km/u
Topsnelheid in de 3e versnelling	99 *	99 *	99 *	km/u
Topsnelheid in de 4e versnelling	110	114	106	km/u
Topsnelheid in de 5e versnelling	98	105	93	km/u

\* ca. maximum toerental

afwijkende caravanbreedte (2,49 meter) en een stroomlijn getypeerd als:

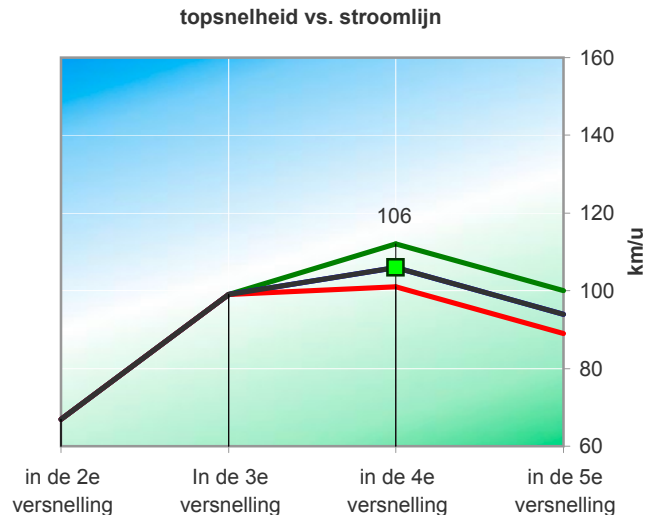
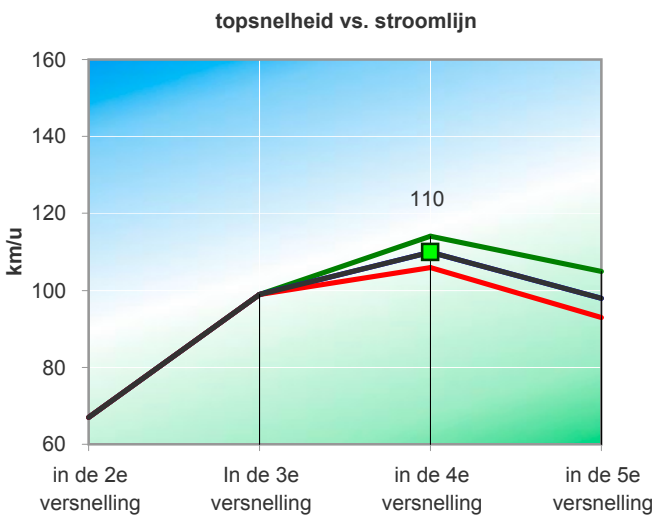
	gemiddeld	zeer goed	slecht	
Topsnelheid in de 2e versnelling	67 *	67 *	67 *	km/u
Topsnelheid in de 3e versnelling	99 *	99 *	99 *	km/u
Topsnelheid in de 4e versnelling	106	112	101	km/u
Topsnelheid in de 5e versnelling	94	100	89	km/u

(eventueel rood geduide snelheden: misschien beter terugschakelen)

\* ca. maximum toerental

**\* Een onnauwkeurigheid in de luchtweerstand van 10% geeft een marge in de topsnelheid in de 3e versnelling van 0 km/u, in de 4e versnelling van 4 km/u en in de 5e versnelling van 5 km/u.**

de voorgaande twee tabellen weergegeven in grafiekvorm






gebaseerd op de opgegeven breedte (2,29 m) van de Home-Car Racer 45 Spirit...

en op een afwijkende breedte (2,49 m) van de caravan

de Home-Car Racer 45 Spirit typeren we als een 'gemiddeld' gestroomlijnde caravan en wordt weergegeven met de zwarte lijn. Het groene markeringspunt is de hoogste snelheid.

legenda

	zeer goede stroomlijn
	gemiddelde stroomlijn
	slechte stroomlijn

## Het belang van hogere topsnelheden

Een onderschat gevaar is het snelheidsverschil tussen de diverse weggebruikers op snelwegen. Trucks zijn veelal afgeregeld op 91 echte km/u. Ze hebben (meestal) power zat om niet alleen bij tegenwind maar ook op steilere autobaanhellingen die snelheid vast te houden. Goede trekauto's kunnen daar natuurlijk ook mee overweg. Veelal dient er teruggeschakeld worden, maar daar dient dat stangetje voor tenslotte... Eén van de steilste stukken - 5% maximaal - is de klim voorbij Luik. Of en hoe hard dat lukt met aangehaakte Home-Car Racer 45 Spirit wordt hiernaast duidelijk.

Op een 5% helling kan gebruik gemaakt worden van de:	2e versn.	3e versn.	4e versn.
40 km/u	ja	ja	n.v.t.
50 km/u	ja	ja	nee
60 km/u	ja	ja	nee
70 km/u	n.v.t.	ja	nee
80 km/u	n.v.t.	ja	nee
90 km/u	n.v.t.	nee	nee
100 km/u	n.v.t.	n.v.t.	nee

snelheden zijn afgerond naar beneden

De hoogst haalbare snelheden op een 5% helling (bijv. de klim achter Luik) zijn:

82 km/u in de 3e versn.  
 67 km/u in de 2e versn.  
 39 km/u in de 1e versn.

*De Ford heeft meer versnellingen, maar daarin is de trekkracht helaas te gering. Een nadere bestudering van de laatste grafiek (zie blad 7) maakt alles duidelijk....*

## Conclusies rijden op de (bijna) vlakke weg

### Acceleratie

De acceleratiecijfers kernachtig samenvatten in één enkele conclusie is nogal lastig. We proberen het toch op deelgebieden. Ten eerste de snelst mogelijke acceleratie van 0 - 80 en 0 - 100 km/u, de tussenacceleratie van 50 - 100 en 70 - 90 km/u samengevat resulteert in het cijfer 6,3. Vervolgens waarden we de souplesse\*, waarbij we de hoogste versnelling buiten beschouwing laten. Bij een vijfbak waarden we aldus de 2e en vooral de 3e en 4e versnelling in de tussenacceleraties 50 - 100 en 70 - 90 km/u. De combinatie Ford Focus 1.8 TDDI en Home-Car Racer 45 Spirit krijgt voor souplesse bij tussenacceleraties het rapportcijfer 4,3. Toch één enkel samengevat cijfer voor de acceleratie? Dan wordt het een 5,6.

Van een laag gewaardeerde souplesse hoeft u niet te schrikken. Er zijn maar weinig trekauto's die voldoende kracht hebben om ook in hoge versnellingen te presteren. Het cijfer geeft wel een indruk of er met caravan veel geschakeld moet worden of niet.

Acceleratiescore met als max. criterium 100 km/u	souplesse	totaal
6,3	4,3	5,6

\* Souplesse De mogelijkheid (en de relatieve tijdsuur) om de twee tussenacceleraties (80 - 120 km/u in de 3e versnelling buiten beschouwing gelaten) in meerdere versnellingen te volbrengen.

Bewust hebben we in de bovenstaand tabelletje de acceleratiewaardering tot 120 km/u buiten beschouwing gelaten. Er zijn nogal wat auto's die dat in combinatie met een caravan gewoonweg niet halen. Een vergelijking is dan niet goed mogelijk. Dat is inderdaad het geval met deze combinatie... Betrekken we wél de acceleratiecijfers tot 120 km/u in de samengevatte eindconclusie, dan resulteert dat natuurlijk in beduidend lagere cijfers voor auto's die dat niet halen. Kortom voor de liefhebbers van snellere combinaties: Acceleratierapportcijfer is 4,2. Souplesse: 4,3 en gemiddelde totaalscore: 3,7. Deze totaalscore is overigens niet het rekenkundig gemiddelde tussen acceleratie 'zo snel mogelijk' en 'souplesse'.

Acceleratiescore met als max. criterium 120 km/u	souplesse	totaal
4,2	4,3	3,7

## Top- en kruissnelheid. Gebruik versnellingen. Tegenwind

Omdat de 5e versnelling naar verwachting niet of nauwelijks bruikbaar is, zult u - in ieder geval op de snelweg - veelal in een lagere versnelling (moeten) rijden. Er is waarschijnlijk - met dat tempo tenminste - echter ook te weinig kracht in de 4e versnelling onder (iets) ongunstigere omstandigheden. U zult - bij forse tegenwind bijv. - moeten terugschakelen. In de 3e versnelling is het toerental vaak te hoog om redelijke kruissnelheden vast te kunnen houden.

### Prestaties bij het rijden in de bergen (ook wegrijden vanuit stilstand)

In onderstaande berekening ziet u op welke hellingen de Ford Focus nog net kan weggkomen. Naarmate de hoogte toeneemt, neemt de kracht van de motor af en daarmee ook het maximale hellingspercentage. Het goed of gemakkelijk wegrijden vanuit stilstand op een helling is echter afhankelijk van meerdere factoren, zoals bijvoorbeeld de exacte trekkrachtopbouw vanaf lage toeren, de beschikbare tractie aan de wielen en last but not least de ervaring van de bestuurder. Om weg te komen op deze categorie steile hellingen is het raadzaam flink gas te geven en weg te rijden met spinnende wielen om de koppeling te sparen. Is er voldoende snelheid laat het gaspedaal dan langzaam opkomen, totdat er weer grip is aan de wielen. Maar let op. Pas (of al) bij een snelheid van 18 km/u (inschatten, want de meter schiet omhoog - wielspin) is er maximale trekkracht. Lukt wielspin niet (bij een achterwielaangedreven auto bijvoorbeeld) dan is uitsluitend de sterkte van de koppeling bepalend.

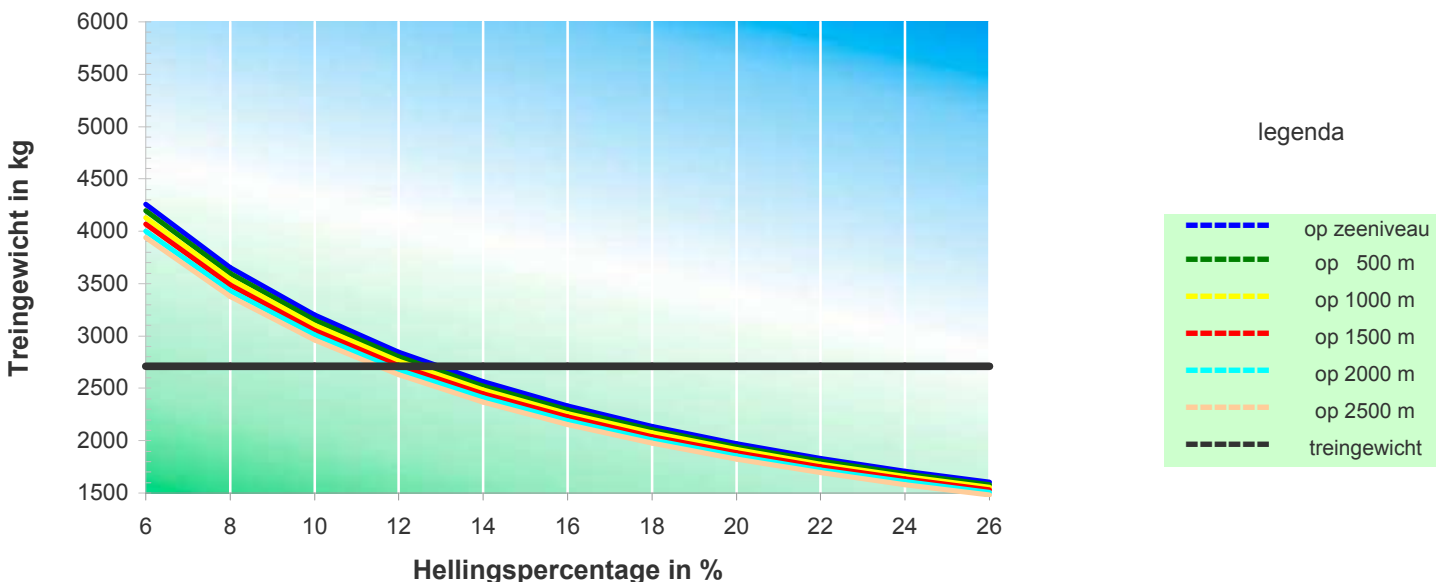
Op de hieronder vermelde hellingen kan er vanuit stilstand nog net weggereden worden uitgaande van het treingewicht van 2709 kg.

Rijdt u eenmaal tussen de 20 en 50 km/u dan zijn hellingen mogelijk van: 1e versn. 2e versn.

op 0 m hoogte	12,9%
op 500 m hoogte	12,6%
op 1000 m hoogte	12,3%
op 1500 m hoogte	12,1%
op 2000 m hoogte	11,8%
op 2500 m hoogte	11,5%

op 0 m hoogte	28,3%	11,3%
op 500 m hoogte	27,9%	11,1%
op 1000 m hoogte	27,5%	11,0%
op 1500 m hoogte	27,0%	10,8%
op 2000 m hoogte	26,6%	10,6%
op 2500 m hoogte	26,2%	10,5%

Rijdt u eenmaal ... (in de 1e versn.) minstens 18 km/u (2000 rpm) dan is een helling van maximaal 27,4% mogelijk. [Op 1500 m] In de 2e versnelling moet de snelheid minstens 31 km/u zijn op een helling van maximaal 15%.



In de grafiek stelt de horizontale rechte zwarte streep het treingewicht voor ofwel de totale massa van de combinatie. Daar waar deze lijn de gekleurde bogen snijdt is op de x-as het percentage af te lezen waarop deze Ford samen met de Home-Car Racer 45 Spirit nog weg kunnen komen vanuit stilstand. Door de zwarte lijn te verschuiven is direct te zien wat de gevolgen zijn van bijvoorbeeld een zwaardere caravan. Op grotere hoogten kampen atmosferische motoren met vermogensverlies, vandaar de verschillend gekleurde curves. Turbo(diesels) hebben daar minder last van.

## Koppel, trekkracht, draaimoment

Maximale trekkracht (koppel) is beschikbaar:

in de 1e versn. va. 18	km/u
in de 2e versn. va. 31	km/u
in de 3e versn. va. 46	km/u
in de 4e versn. va. 64	km/u
in de 5e versn. va. 86	km/u

Een nadere bestudering van het hoogste koppel (ook wel draaimoment of trekkracht genoemd) herberekend naar de bijbehorende snelheden per versnelling mag op het oog veel duidelijk maken... Aan de hand van de tabel hiernaast is het mogelijk met een viltstift streepjes te zetten op de snelheidsmeter. Niet echt zinvol. De toerenteller is hier het geëigende instrument voor. De krukas van de motor levert dezelfde maximum trekkracht (200 Newtonmeter) - in elke versnelling - vanaf 2000 toeren per minuut.

Toch is dat draaimoment (in Newtonmeters) aan de krukas niet even groot als de kracht (in Newton) aan de wielen. De tandwielen in de versnellingsbak en ook de rolomtrek van de banden reduceren die kracht. We krijgen er snelheid voor in de plaats. Wordt de kracht te gering - bergop bijvoorbeeld - schakelen we terug. Ten koste van de snelheid neemt de kracht weer toe.

Voor een beter begrip van wat een transmissie doet met de kracht kan deze tabel dienen. De 1e versn. is 100%. Terreinwagens hebben vaak een 'lage gearing' van bijvoorbeeld 2:1. Dat betekent (in de 1e versn.) een toename van de trekkracht tot 200%!

de krachtsverhoudingen tussen de versnellingen

de maximale trekkracht in de 2e versnelling is 58% van die in de 1e versnelling
de maximale trekkracht in de 3e versnelling is 39% van die in de 1e versnelling
de maximale trekkracht in de 4e versnelling is 28% van die in de 1e versnelling
de maximale trekkracht in de 5e versnelling is 21% van die in de 1e versnelling

## Conclusie rijden in de bergen

Een gedetailleerde beschrijving van de berggeiteigenschappen van deze combinatie blijft nog even achterwege. Uw conclusies kunt u voorlopig trekken uit onderstaande in het oog springende details, die al in de algemene conclusie zijn genoemd (aangeduid met de symbolen ▼ en ▲) en de hierboven weergegeven tabellen. Is er verder na deze regel niets vermeld dan blinkt de combinatie op dit gebied nergens in uit, maar echt tegenvallen doet hij ook niet.... ▲ het rijden op steile berghellingen - niet persé het wegrijden vanuit stilstand.

## Controlemiddelen

De berekende snelheden zijn erg afhankelijk van de exacte luchtweerstand van de combinatie. Ervaringscijfers (ook van u!) liggen hieraan ten grondslag. Berekend zijn échte kilometers; snelheidsmeters wijken altijd af - wettelijk verplicht - vaak 5 à 10%.

### Snelheidsmeter ijken

Meter op 100 km/u fixeren. Gedurende 1 min. hectometerpaaltjes tellen. 1550 meter afgelegd?  $1550 \times 60 / 1000 = 93$  km/u. Afwijking 7%.

Stel de afgelegde afstand is:

1450 m	1500 m	1550 m	1600 m
87 km/u	90 km/u	93 km/u	96 km/u

Dan is 100 'echte' km/u op de teller:

115 km/u	111 km/u	107,5 km/u	104 km/u
----------	----------	------------	----------

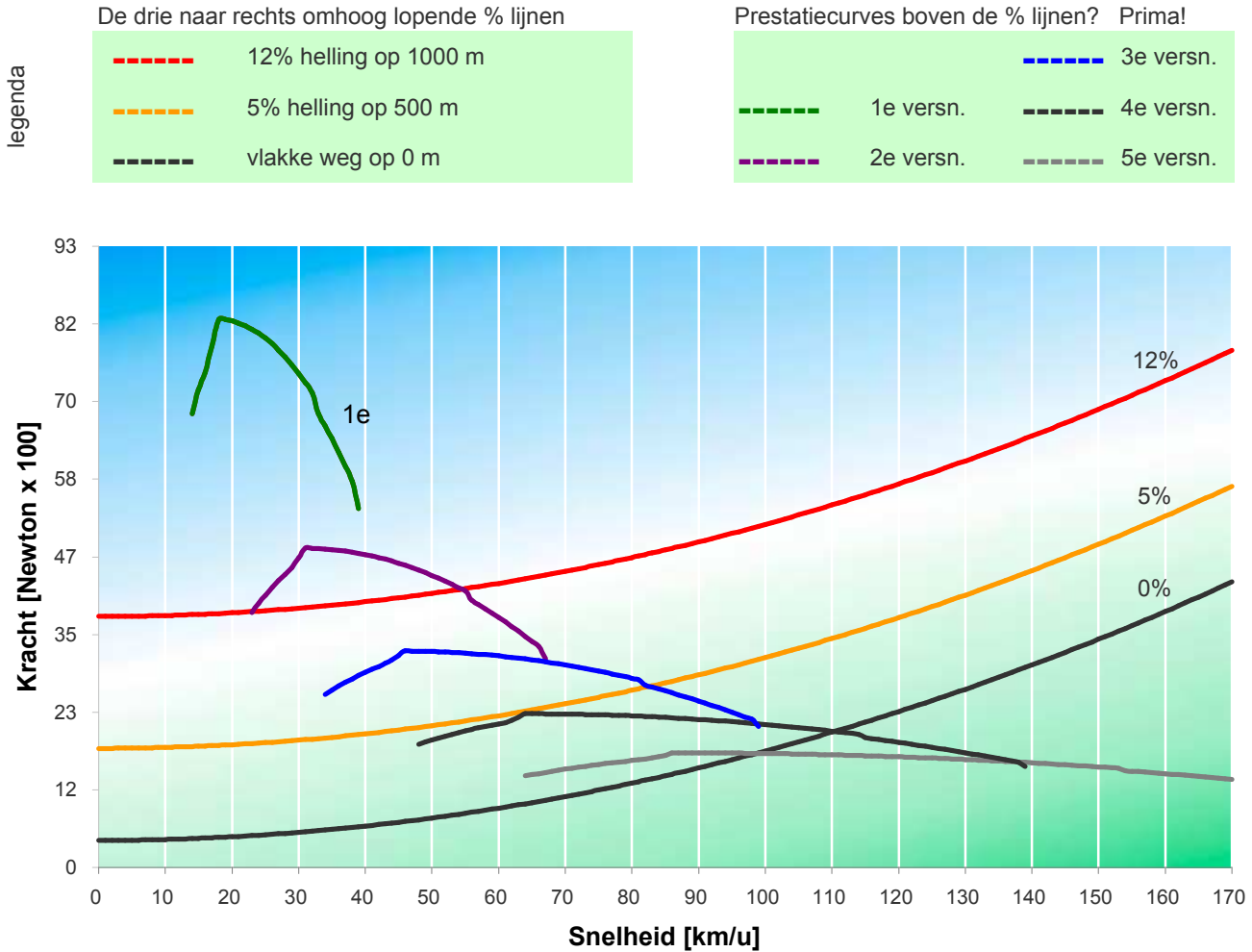
### De Toerentellertruc

Voor een goede berekening zijn correcte versnellingsbakoverbrengingen essentieel!! Een methode om die te controleren: fixeer de toerenteller op 2.500 rpm. Onderstaande snelheden zouden dan afgelezen moeten worden. Let op: dit zijn échte kilometers!

1e versn.	2e versn.	3e versn.	4e versn.	5e versn.
23	39	57	80	107 km/u

## Prestatie- en trekkrachtgrafiek

Op de volgende pagina treft u de Prestatie- en trekkrachtgrafiek aan. Hieruit is veel af te leiden. Elke versnelling wordt weergegeven als een 'kromme'. De 1e is groen, de 2e paars enz. Op de X-as wordt de bijbehorende snelheid aangegeven. De bogen (curven) beginnen bij ca. 1500 rpm. Daarna lopen ze op omdat de trekkracht toeneemt. Na de piek (maximum trekkracht) dalen ze weer. De curven stoppen abrupt wanneer het max. toerental is bereikt. Er moet doorgeschakeld worden, als je wilt of kunt versnellen tenminste... Óf dat kan hangt af van de luchtweerstand en de stijging van de weg. De rode lijn is 12 % (pittige Alpenwegen of plotselinge puisten elders), oranje is 5 % (steilste stukken snelweg Ardennen / Sauerland) en zwart is vlakke weg. Dat alles bij windstil weer!!



Bij de berekeningen toegepaste technische gegevens..... Deze kunnen afwijken van uw opgave!!  
 Bent u het niet eens met die eventuele wijzigingen? Graag uw reactie naar: [trekauto@ncc.nl](mailto:trekauto@ncc.nl)

merk en model trekauto . . . .	
modeljaar	2001
type motor	turbodiesel
max. vermogen	66 kW [90 pk]
bij toerental	4000 rpm
max. koppel	200 Nm
bij toerental vanaf	2000 rpm
tot . . .	2000 rpm
bandenmaat	205 / 50 x 16
overbrenging 1e versn.	3,667
overbrenging 2e versn.	2,136
overbrenging 3e versn.	1,448
overbrenging 4e versn.	1,028
overbrenging 5e versn.	0,767
eindoverbrenging	3,410
terreinreductie (lage gearing)	nee
reductie hoge gearing	nee of 1:1
type versnelling	handgeschakeld

Ford Focus 1.8 TDDI	
caravan	Home-Car Racer 45 Spirit
breedte caravan	2,29 m
hoogte caravan	2,6 m
gewicht beladen caravan	1200 kg
maximum gewicht caravan	1200 kg
verhouding caravan / auto	80%
kenteken- / leeggewicht auto	1144 kg
belading (incl. trekhaak e.d.)	365 kg
max. autogewicht (GVW)	1695 kg
auto te zwaar?	nee
max. toegestaan trekgewicht	1200 kg
trekgewicht te hoog?	nee
treingewicht	2709 kg
* max. treingewicht (GTW)	2895 kg
treingewicht te hoog?	nee
en bij max. autogewicht?	nee
* (op typeplaatje auto)	