



Subaru Forester 2.0 X

Winnaar 4x4 klasse

KCK Trekauto van het Jaar 2006 verkiezing

Trekkrachtrapport

Inhoud:

Subaru Forester 2.0 X en een Dethleffs Beduin 540 DB	2
Massa's en gewichtsverhoudingen	
Trekkersscore©	
Algemene conclusie	
Prestaties vlakke weg	3
Acceleratie (temperament en inhalen)	
Topsnelheden en reserves	5
Luchtweerstand	6
Snelheden op autobaanhellingen	7
Conclusies (bijna) vlakke weg	8
Prestaties in de bergen	
Wegrijden vanuit stilstand	9
Rijden op steile hellingen	
Treingewicht en prestaties op hoogte	
Koppel, trekkraft, toerenteller en versnellingsgebruik	10
Toerenval (Bakverhoudingen)	
Conclusies rijden in de bergen	11
Prestatie- en Trekkraftgrafiek	
Uitleg grafiek	12
Technische details combinatie	
Controlemiddelen	
Afwijking snelheidsmeter	12
Toerentellertruc	

www.caravantrekker.nl

Alles over trekauto's en het rijden met caravans

Trekkersscore© van elke auto/caravan combinatie - online, interactief, objectief

Praktijkgerichte tips en adviezen, wettelijke bepalingen, forum

Zinnvolle Caravan Rijvaardigheidstrainingen

Onafhankelijk Aankoopadvies

Dethleffs
Caravans und Motorcaravans

alle rechten voorbehouden: TowCarCalculations - Caravantrekker.nl



Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



Op basis van de technische gegevens van deze combinatie vindt u hieronder een theoretische berekening van de trekkracht-prestaties van de Subaru Forester 2.0 X in combinatie met deze Dethleffs. Geringe verschillen met de praktijk zijn altijd mogelijk. Zie de toelichtingen op onze website: www.caravantrekker.nl

De combinatie

De Subaru Forester 2.0 X heeft een beladen gewicht van 1720 kg. Daarmee wordt een Dethleffs Beduin 540 DB met een beladen gewicht van 1370 kg getrokken. Het totaal treingewicht komt daarmee op 3090 kg. Het wettelijk toegestaan maximaal trekgewicht van de auto is 1500 kg, mits binnen de treingewichtslimiet. (Zie tabel op pagina 12 voor de details en ev. overschrijdingen!!)

Onder bepaalde omstandigheden (hoge snelheid, rukwind, afdaling, inhalende touringcar) kan plotseling de zgn. kritische snelheid overschreden **zijn**, waardoor de caravan in een onbeheersbare pendelbeweging komt. Zo snel mogelijk de snelheid uit de combinatie halen is dan een absolute vereiste. De **gewichtsverhouding** tussen caravan en auto is onder die omstandigheden mede bepalend hoe beheersbaar de combinatie dan nog is. Ook een plotselinge uitwijkmanoeuvre - de elandproef - is met meer succes of op een hogere snelheid te volbrengen met een lichte caravan en een relatief zware auto. Een algemeen geldende 'norm' is natuurlijk niet te geven - elke combinatie is tenslotte verschillend.

Er circuleren verschillende 'ideale' **veiligheidspercentages**: onbeladen combinatie (ANWB 75%) - beladen combinatie - beladen caravan/ onbeladen auto (Engelse Caravan Club 85%) - Duitse 100 km/u voorwaarde.

Caravantrekkerpunt.nl hanteert een mix en duidt die aan d.m.v. de kleur (groen - oranje - rood) van de **Trekkersscore**

ANWB-advies 75%

(onbeladen caravan/onbeladen auto)



Deze combinatie heeft een gem. (onbeladen /beladen) gewichtsverhouding van 78%.

**Deze combinatie heeft een leeg/leeg gewichtsverhouding van 75%. Beladen is dat 80%!
Volgens de Engelse 'Towing Code' is de verhouding 93%!!**

Rijbewijs (kijk op www.caravantrekker.nl - Caravan trekken? > Rijbewijs B of BE voor een toelichting)

Indien het toegepaste leeggewicht van de Subaru ook het kentekengewicht is heeft u rijbewijs BE nodig om met deze combinatie te mogen rijden.

Trekkersscore (zie de toelichting op www.caravantrekker.nl) voor deze combinatie:



Prestaties op de vlakke weg

- ★★★★☆ Acceleratie
- ★★★★★ Windstil: top- en kruissnelheid, versnellingsgebruik
- ★★★☆☆ Tegenwind: kruissnelheid en toeren(lawaai)

Prestaties in de bergen

- ★★★★☆ Wegrijden op berghellingen
- ★★★★☆ Rijden op steile hellingen
- ★★★★☆ Tempo op autobaanhellingen

Algemene conclusie (voor in-detail conclusies zie verderop in dit rapport pagina 8 en 11)

Onze conclusie voor deze combinatie is dat de Dethleffs Beduin 540 DB toch wat zwaarder is dan het aanbevolen maximum gewicht en u de caravan extra zorgvuldig moet beladen. De motorische eigenschappen zorgen echter voor voldoende tot goede prestaties. De combinatie blinkt naar verwachting vooral uit op de volgende onderdelen: ▲ het wegrijden vanuit stilstand op steile hellingen. ▲ het rijden op steile berghellingen. Slecht scoren doet de combinatie op geen enkel onderdeel.

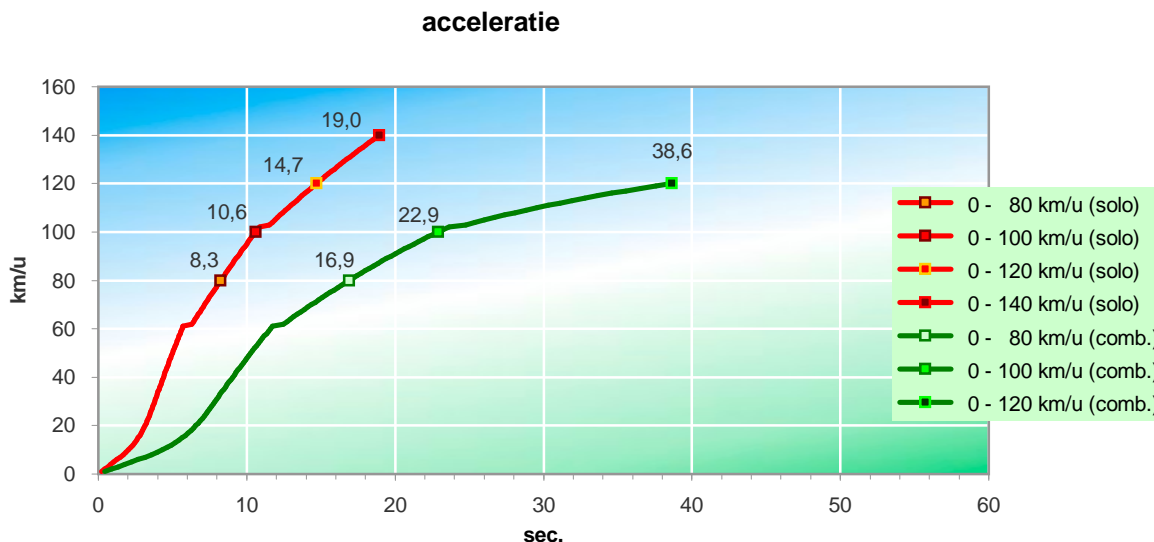


Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



A - Prestaties op de vlakke weg (ook bij tegenwind)

Acceleratie* ★★★★★☆



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...

(solowaarden leeg- of kentekengewicht 1470 kg + 150 kg)

snelheidsbereik	solo	combinatie	typering	acceleratie
0 - 80 km/u	8,3 s.	16,9 s.		gemiddeld
0 - 100 km/u	10,6 s.	22,9 s.		pittig
0 - 120 km/u	14,7 s.	38,6 s.		gemiddeld
70 - 90 km/u	2,2 s.	5,3 s.		snel
idem (5e versn.)	9,4 s.	-		niet mogelijk
idem (4e versn.)	5,1 s.	17,5 s.		zeer bedaagd
idem (3e versn.)	3,2 s.	8,7 s.		gemiddeld
idem (2e versn.)	2,2 s.	5,3 s.		snel
50 - 100 km/u	5,6 s.	12,6 s.		snel
idem (5e versn.)	26,2 s.	-		niet mogelijk
idem (4e versn.)	14,3 s.	50,0 s.		erg traag
idem (3e versn.)	8,3 s.	22,3 s.		bedaaagd
idem (2e versn.)	5,5 s.	13,1 s.		pittig
80 - 120 km/u	6,4 s.	21,7 s.		gemiddeld
80 - 120 km/u (3e versn.)	7,0 s.	25,7 s.		bedaaagd

Vermogen

Vermogen is nodig om voornamelijk de luchtweerstand bij hogere snelheden te overwinnen. Helaas is het grootste vermogen pas bij 6400 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 niet het geval. (Zie de details op de vijfde pagina)

Het vermogen bij 90 km is:

in de 3e versnelling	81 kW	(110 pk)
in de 4e versnelling	61 kW	(83 pk)
in de 5e versnelling	49 kW	(67 pk)

Benodigd vermogen om de rijweerstand bij 90

km/u te overbruggen: 39 kW (53 pk)

* de berekende acceleratiecijfers zijn indicatief, doch goed 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.



Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



Inhalen

Een inhaalactie is niet alleen een kwestie van seconden. Het is zeker zo belangrijk te weten hoeveel meters je op de verkeerde wegheeft zit. Hoe harder je voorligger rijdt deste groter die 'gevaarzone' wordt. Uitgangssituatie is een vrachtwagen van 18 meter; we hebben voor het inhalen - indien de truck stil zou staan - ca. 55 meter nodig incl de lengte van de eigen combinatie.

Hieronder de inhaalactie mét caravan....

beginsnelheid	tijd	eindsnelheid	benodigde weglengte vrije baan	benodigde weglengte wanneer tegenligger nadert met 100 km/u
60 km/u	10,3 s.	97 km/u	228 m.	515 m.
70 km/u	10,4 s.	103 km/u	258 m.	547 m.
80 km/u	11,9 s.	109 km/u	325 m.	656 m.
90 km/u	14,0 s.	115 km/u	410 m.	799 m. [*]
100 km/u	16,9 s.	121 km/u	526 m.	996 m.

Die 996 meter rechtsonderin de tabel zeggen misschien niet zoveel, daarom hieronder dezelfde inhaalprocedure zonder caravan. Het verschil in benodigde weglengte is 499 meter.... Ja, u kunt solo ca. 10 meter eerder weer invoegen.

Hieronder de inhaalactie zónder caravan....

beginsnelheid	tijd	eindsnelheid	benodigde weglengte vrije baan	benodigde weglengte wanneer tegenligger nadert met 100 km/u
60 km/u	6,6 s.	107 km/u	157 m.	341 m.
70 km/u	6,4 s.	114 km/u	170 m.	348 m.
80 km/u	6,8 s.	122 km/u	198 m.	387 m.
90 km/u	7,5 s.	131 km/u	236 m.	445 m.
100 km/u	8,1 s.	139 km/u	271 m.	497 m.

In praktisch alle gevallen is maximale acceleratie te verkrijgen door ver door te trekken in de versnellingen. Zie ook 'toerenval' op blad 10. Schakelen tijdens inhalen moet voorkomen worden. Vermelde tijden en meters houden hiermee rekening. Om te beoordelen hoe veel 799 m. [*] bijvoorbeeld nu is, kunt u de 100-meter paaltjes eens tellen langs de weg.... Uiteraard accelereert u trager met dan zonder caravan. Hoe harder het echter gaat hoe moeilijker uw auto het krijgt.

De verschillen in acceleratiekracht mét en zonder caravan

Vergelijken we de benodigde weglengte (wanneer een tegenligger u nadert met 100 km/u) solorijdend en met deze caravan, dan kunnen we het volgende vaststellen:

beginsnelheid	Percentage trager
60 km/u	51%
80 km/u	70%
100 km/u	100%

Goed om te weten wanneer u een inhaalpoging wil doen bij een eigenlijk net te hoge snelheid, vooral op niet-snelwegen natuurlijk.



Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



De 'cruise-control'

(Bij onderstaande berekeningen geldt transmissie in normale stand: 2 - (ev. permanent awd) - HOOG)

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	ja
110 km/u	ja	nee
120 km/u	soms	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	ja
80 km/u	ja	ja	nee
90 km/u	ja	ja	nee
100 km/u	ja	soms	nee
110 km/u	ja	nee	nee
120 km/u	soms	nee	nee
130 km/u	nee	nee	nee

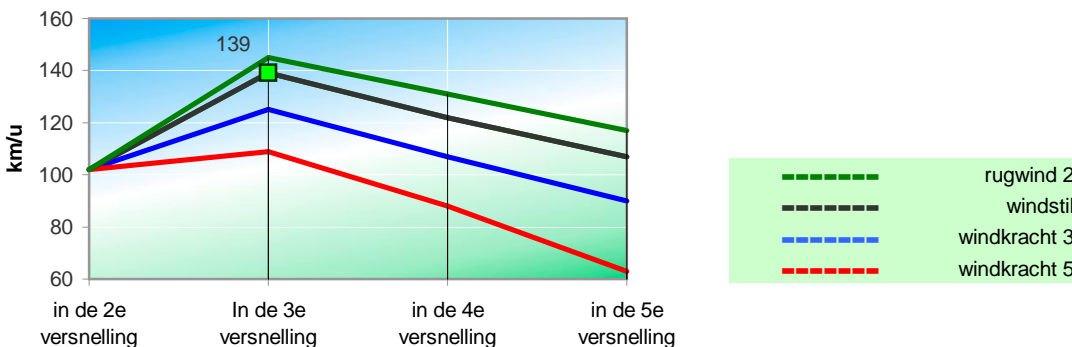
Topsnelheden en de wind

Wind is een belangrijke factor bij hogere snelheden. Stroomlijn (C_w) 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 kán 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... Een kruissnelheid van tegen de 100 km/u is met enige tegenwind (kracht 3) mogelijk in de 4e versnelling. Het motorgeluid bij het hogere toerental (ca. 3700) blijft echter naar verwachting alleszins binnen de perken.

	windstil	windkracht 3	windkracht 5	rugwind kracht 2	
Topsnelheid in de 2e versnelling	102 *	102 *	102 *	102 *	km/u
Topsnelheid in de 3e versnelling	139	125	109	145 *	km/u
Topsnelheid in de 4e versnelling	122	107	88	131	km/u
Topsnelheid in de 5e versnelling	107	90	terugschakelen	117	km/u

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

topsnelheid en de wind



de Dethleffs Beduin 540 DB typeren we als een 'gematigd' gestroomlijnde caravan. Windstille omstandigheden worden weergegeven met de zwarte lijn en de hoogst haalbare snelheid met het groene markeringspunt.

*** Een onnauwkeurigheid in de luchtweerstand van 10% geeft een marge in de topsnelheid in de 3e versnelling van 6 km/u, in de 4e versnelling van 7 km/u en in de 5e versnelling van 6 km/u. "Echte" km/u - Controleer de snelheidsmeter (zie controlemiddelen)**



Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



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?

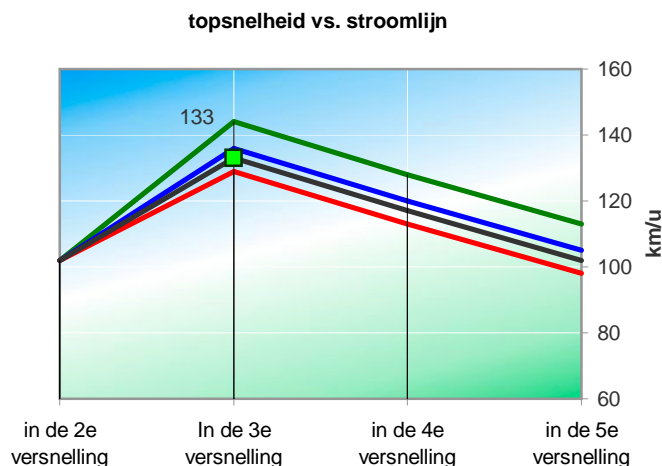
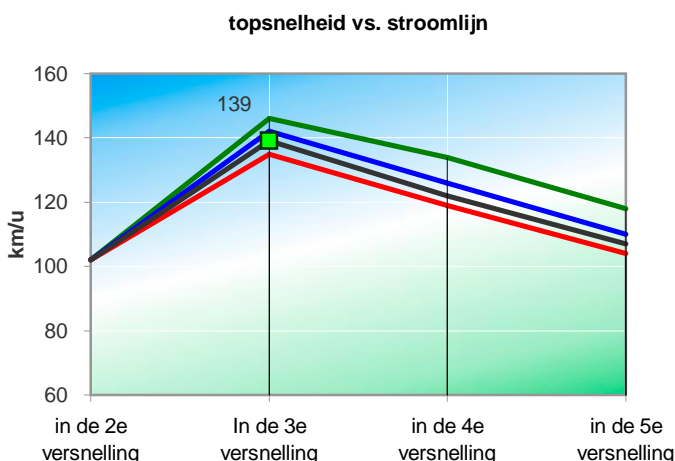
De caravan van uw keuze heeft een met 'gematigd' aangeduide stroomlijn. De breedte x hoogte is 2,3 x 2,59 meter. In combinatie met de Subaru Forester zijn de snelheden berekend zoals hierboven vermeld. Wat zijn nu de consequenties voor de (top)snelheden met een afwijkend gestroomlijnde caravan van dezelfde hoogte x breedte. En wat zijn de effecten met een 2,5 meter brede en 2,59 meter hoge caravan? Let vooral eens op de uitersten van beide caravans in elke versnelling...

opgegeven breedte van 2,3 mtr. voor de Dethleffs Beduin 540 DB en een stroomlijn getypeerd als:	(alle waarden onder windstille omstandigheden)				
	gematigd	zeer goed	slecht	gemiddeld	
Topsnelheid in de 2e versnelling	102 *	102 *	102 *	102 *	km/u
Topsnelheid in de 3e versnelling	139	146 *	135	142	km/u
Topsnelheid in de 4e versnelling	122	134	119	126	km/u
Topsnelheid in de 5e versnelling	107	118	104	110	km/u

afwijkende breedte x hoogte (2,5 x 2,59 meter) en een stroomlijn getypeerd als:	gematigd	zeer goed	slecht	gemiddeld	
Topsnelheid in de 2e versnelling	102 *	102 *	102 *	102 *	km/u
Topsnelheid in de 3e versnelling	133	144 *	129	136	km/u
Topsnelheid in de 4e versnelling	117	128	113	120	km/u
Topsnelheid in de 5e versnelling	102	113	98	105	km/u

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

de voorgaande twee tabellen weergegeven in grafiekvorm



gebaseerd op de opgegeven breedte x hoogte (2,3 x 2,59 m) van de Dethleffs Beduin 540 DB...

en op een afwijkende breedte x hoogte (2,5 x 2,59 m) van - een andere - caravan

de Dethleffs Beduin 540 DB typeren we als een 'gematigd' gestroomlijnde caravan en wordt weergegeven met de zwarte lijn. Het groene markeringspunt is de hoogste snelheid.

legenda

—	zeer goede stroomlijn
—	gemiddelde stroomlijn
—	slechte stroomlijn
—	gematigde stroomlijn

* Een onnauwkeurigheid in de luchtweerstand van 10% geeft een marge in de topsnelheid in de 3e versnelling van 6 km/u, in de 4e versnelling van 7 km/u en in de 5e versnelling van 6 km/u. "Echte" km/u - Controleer de snelheidsmeter (zie controlemiddelen)



Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



Het belang van hogere topsnelheden op snelwegen (Autobaanhellingen)

★★★★☆

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 Dethleffs Beduin 540 DB maken we hieronder duidelijk.

Het is veilig en ook prettig als een combinatie ook bergop een door u gewenste kruissnelheid aan kan houden. Een voorziening die we tegenwoordig steeds meer zien is de al eerder genoemde cruise-control. Erg handig, maar met het gebruik moeten we wel voorzichtig zijn. Het ding kan n.l. niet denken en voor je het weet rij je virtueel plankgas omdat de wind of rijrichting gedraaid is of omdat er sprake is van vals plat - zeker i.c.m. een handgeschakelde transmissie kan dat het geval zijn. Hou dus 'voeling' met het gaspedaal en schakel op tijd terug.

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

102 km/u in de 2e versn.
92 km/u in de 3e versn.
61 km/u in de 1e versn.

De Subaru heeft meer versnellingen, maar daarin is de trekkracht helaas te gering. Een nadere bestudering van de Prestatie- en trekkrachtgrafiek (zie blad 11) maakt dit ook duidelijk....

Hoewel de hoogst haalbare snelheid op een helling van 5% 102 km/u in de 2e versn. is, zult u dat in de praktijk niet altijd rijden. Dit is namelijk bij plankgas. De motor maakt dan 7120 toeren per min. Maar misschien is het wel beter voor de motor en uw oren toch een lagere snelheid te kiezen. En u weet het: bergaf in dezelfde of een lagere versnelling als bergop! Er wordt dan gebruik gemaakt van de 'motorrem' - uw snelheid loopt niet op en de remmen hoeven niet te worden gebruikt! Concreet nu... Wat is de beste versnelling en snelheid om op de steilste (in dit geval 5%) snelweghellingen naar boven te kruipen? In theorie NIET die waarbij het gaspedaal (bijna) wordt gevloerd, of het moeten hoge toerentallen zijn. Want dán krijgt de motor de gelegenheid naar lievelust te ademen en te koelen.

Wij hebben de indruk dat dit soort hellingen 'het best' in de 3e versnelling met een snelheid ergens tussen de 81 en de 87 km/u genomen kunnen worden. 'Het best' wil zeggen qua toeren niet te laag en voor het geluidsniveau ook niet te hoog. Maar méér toeren maken is overigens technisch geen bezwaar!!

Op een 5% helling zijn deze snelheden mogelijk als percentage van 'plankgas'. Groen ev. oranje - in een bij voorkeur zo hoog mogelijke versnelling....

	1e versn.	2e versn.	3e versn.
50 km/u	32%	52%	76%
55 km/u	34%	53%	77%
60 km/u	36%	55%	78%
65 km/u		58%	81%
70 km/u		60%	84%
75 km/u		63%	87%
80 km/u		66%	90%
85 km/u		69%	94%
90 km/u		73%	98%
95 km/u		77%	
100 km/u		82%	

Het tabelletje hiernaast geeft aan hoeveel kracht er nog over is - om te versnellen bijvoorbeeld. Eenmaal op een voldoende veilige constante snelheid aangekomen is doorschakelen aan te bevelen indien mogelijk. Het vermelde percentage bij een bepaalde snelheid is dus niet die van de helling maar geeft de belasting van de motor aan. Plankgas is 100%. Een (ev.) oranje blok geeft aan dat er al behoorlijk gewerkt moet worden vooronder en (ev.) rood (met percentage) betekent dat langdurig volhouden dit veel vergt van motor en koeling. Geen percentage vermeld? Dan is die snelheid in die versnelling niet mogelijk, omdat de kracht ontbreekt of omdat het max. toerental is bereikt. Meerdere mogelijkheden? Kies dan een hogere versnelling rechts in een eveneens groen of oranje bereik, want daarbij is het toerental lager en dus het geluidsniveau, maar ook het brandstofverbruik! Wilt u toch even vlug een trage vrachtwagen inhalen schakel dan even naar een lagere versnelling, want hoe lager het percentage hoe meer acceleratievermogen beschikbaar is.



Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



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 8,3. Vervolgens waarderen we de souplesse*, waarbij we de hoogste versnelling buiten beschouwing laten. Bij een vijfbak waarderen we aldus de 2e en vooral de 3e en 4e versnelling in de tussenacceleraties 50 - 100 en 70 - 90 km/u. De combinatie Subaru Forester 2.0 X en Dethleffs Beduin 540 DB krijgt voor souplesse bij tussenacceleraties het rapportcijfer 6,3. Toch één enkel samengevat cijfer voor de acceleratie? Dan wordt het een 7,3.

Acceleratiescore met als max. criterium 100 km/u		
acceleratie	souplesse	totaal
8,3	6,3	7,3

* 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. Deze Subaru trekt de Dethleffs Beduin 540 DB overigens wel tot in Nederland illegale snelheden... 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 7,8. Souplesse: 6,3 en gemiddelde totaalscore: 7,2. Deze totaalscore is overigens niet het rekenkundig gemiddelde tussen acceleratie 'zo snel mogelijk' en 'souplesse'.

Acceleratiescore met als max. criterium 120 km/u		
acceleratie	souplesse	totaal
7,8	6,3	7,2

Top- en kruissnelheid Gebruik versnellingen Tegenwind Autobaanhellingen

★★★★★

★★★★☆☆

★★★★★☆☆

Ook de hoogste versnelling kan soms gebruikt worden, maar bij enige tegenwind zal een kruissnelheid van tegen de 100 km/u (in België of Frankrijk...) zeer waarschijnlijk niet meer mogelijk zijn. U zult terug moeten schakelen. Naar verwachting is de hoogst haalbare snelheid met windkracht 5 in de 4e versnelling 'slechts' 88 km/u. In de 3e is die 109 km/u!

Een kruissnelheid van tegen de 100 km/u is met enige tegenwind (kracht 3) mogelijk in de 4e versnelling. Het motorgeluid bij het hogere toerental (ca. 3700) blijft echter naar verwachting alleszins binnen de perken. De hoogst mogelijke snelheid op een helling van 5% (bijvoorbeeld de klim achter Luik) is 102 km/u in de 2e versn. Die snelheid is hoog genoeg om onder die heuvelachtige omstandigheden vlot met het overige verkeer mee te komen. In de praktijk zult u echter niet vaak veel harder rijden dan zo'n 95 km/u door de hoge toerentallen.

B - Prestaties in de bergen

In de tabel op de volgende pagina ziet u op welke hellingen de Subaru Forester nog net kan weggelaten. Naarmate de hoogte toeneemt, neemt de kracht van de motor af en daarmee ook het maximale hellingspercentage. Het goed of gemakkelijk weggelaten 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. Omdat deze Subaru vierwielaandrijving heeft laat het zich moeilijk voorspellen hoe je ermee weg kunt komen op maximaal steile hellingen. Door de grote tractie is wielspin vaak niet mogelijk en dient versnellen te gebeuren 'op de koppeling'. De Subaru heeft echter een apart inschakelbare lage overbrenging (low), die ook op verharde ondergrond gebruikt mag worden. Vanaf een snelheid van 19 km/u beschikt de Forester met ingeschakelde tussenbak over maximale trekkracht. In hoog is het maximale draaimoment beschikbaar bij een snelheid van 28 km/u.

(Snelheid van 19 km/u is in laag!)



Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



Op de hieronder vermelde hellingen kan er vanuit stilstand nog net weggereden worden uitgaande van het treingewicht van 3090 kg.

★★★★☆

Sterrenwaardering op basis lage gearing!!!

op 0 m hoogte	11,0%	En in 'low gear' op:	19%
op 500 m hoogte	10,2%		17%
op 1000 m hoogte	9,3%		16%
op 1500 m hoogte	8,5%		15%
op 2000 m hoogte	7,6%		14%
op 2500 m hoogte	6,7%		13%

★★★★☆

Sterrenwaardering lage gearing!!

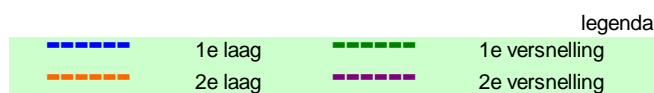
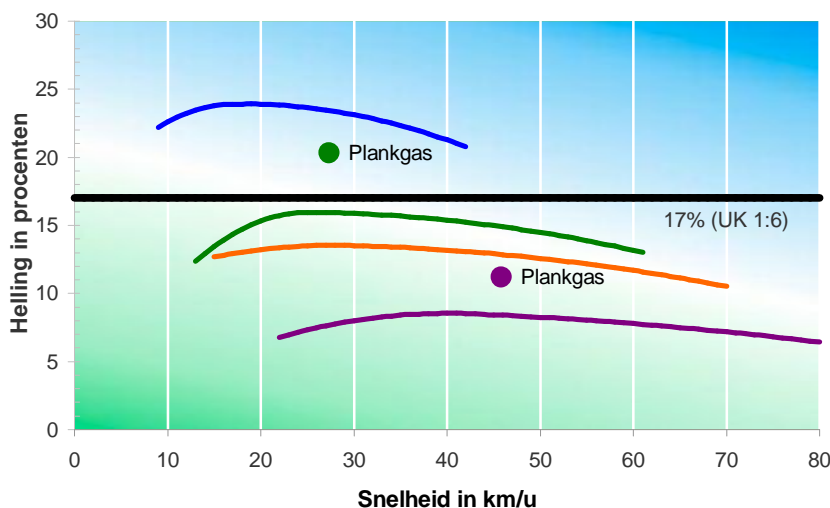
Rijdt u eenmaal ... (in de 1e versnelling) min-stens 28 km/u* (3200 rpm) dan is een helling van maximaal 20,3% mogelijk. (Op 1500 m)

(in 'hoog')

In de 2e versnelling moet de snelheid minstens 46 km/u zijn op een helling van maximaal 11,1%.

(in 'hoog')

Hellingen op met dik 3/4 gas als er al gang in zit...



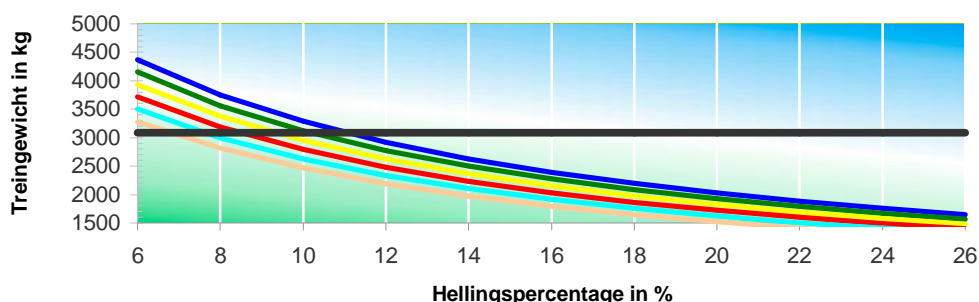
Deze combinatie-grafiek geeft een beeld met welke snelheid een bepaalde helling genomen kan worden in de eerste en ev. tweede versnelling. Zowel in hoge als in lage gearing, vandaar vier lijnen. Misschien is doorschakelen mogelijk. Percentages op de linker verticale as en de snelheid op de horizontale X-as. Wordt het dus kruipen of vliegen. Maar ook in hoog is soms maar een bescheiden snelheid mogelijk bergop! Uitgangspunt is 80% van volgas op een hoogte van 1500 meter. Eind van de lijnen is zo ongeveer de redline van de toerenteller. De ideale snelheid waarbij dus de meeste kracht beschikbaar is ligt voorbij of op het hoogste punt. **Attentie: percentages gelden wanneer de combinatie al op gang is, dus NIET bij het wegrijden vanuit stilstand.**

De zwarte lijn stelt een helling van 17% voor. Dus ongeveer 1:6. Deze meestal korte klimmetjes komen vaker voor dan u denkt.

Treingewicht

In de grafiek hieronder 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 Subaru samen met de Dethleffs Beduin 540 DB 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.

Wegrijden vanaf stilstand / treingewicht





Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



Koppel, trekkracht, draaimoment

Maximale trekkracht is beschikbaar bij 3200 rpm

in de 1e versn. va. 28 (.19)	km/u
in de 2e versn. va. 46 (.32)	km/u
in de 3e versn. va. 66 (.46)	km/u
in de 4e versn. va. 87 (.61)	km/u
in de 5e versn. va. 109 (.76)	km/u

(tussen haakjes is 'in laag')

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. Zo kan een korte overbrenging een zwakke motor toch enorm sterk maken.

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 60% van die in de 1e versnelling

de maximale trekkracht in de 3e versnelling is 42% van die in de 1e versnelling

de maximale trekkracht in de 4e versnelling is 31% van die in de 1e versnelling

de maximale trekkracht in de 5e versnelling is 25% van die in de 1e versnelling

Toerenval

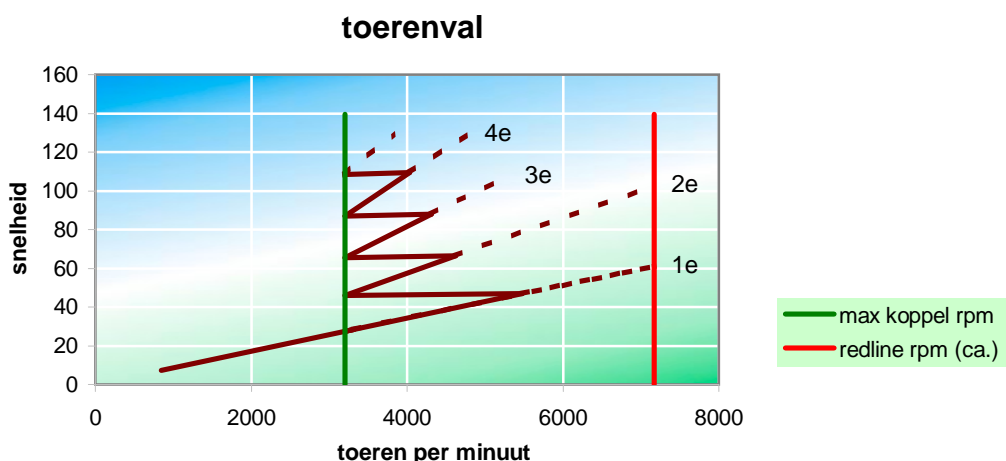
Het kan soms hinderlijk zijn dat zodra er doorgeschakeld is de trekkracht in de volgende versnelling niet voldoende blijkt te zijn om de snelheid weer goed op te pakken. Vooral bergop kan dat fenomeen de caravanner parten spelen. Het is afhankelijk van hoe de fabrikant de overbrengingen heeft 'gestoken'. Soms is er sprake van een 'gat' en dat betekent dat u erg ver door moet trekken. Het maximumtoerental van deze Subaru ligt een 12% (geschat) boven de 6400, terwijl de maximale trekkracht (koppel) vrijkomt vanaf 3200 toeren/min. Om die toerenval op te vangen moet u zover doortrekken, dat incl. de snelheidsvermindering die optreedt tijdens het schakelen - eigenlijk alleen bergop - de volgende versnelling minstens zorgt voor dat toerental van 3200.

Bij deze Forester is het verstandig onder die omstandigheden wanneer u maximale trekkracht nodig heeft in de 1e versnelling door te trekken tot minimaal 5480 rpm. Maar het maximum ligt op ca. 7170...

Enfin, de bijbehorende snelheid is daarna genoemd en de toerenval ook. Trekt u daarna op in de volgende versnelling, dan zou er idealiter minimaal 3200 op de toerenteller moeten verschijnen. In de grafiek op pagina 11 kunt u deze zaken ook traceren, als u een beetje om kunt gaan met 'loodlijnen'.

Het nadeel van een 'versnellingsgat' is vooral merkbaar op steilere hellingen.	doortrekken in 1e versn. tot:	5480 rpm	(48 km/u)	Toerenval naar 2e	2170 rpm
	doortrekken in 2e versn. tot:	4630 rpm	(68 km/u)	Toerenval naar 3e	1360 rpm
	doortrekken in 3e versn. tot:	4310 rpm	(89 km/u)	Toerenval naar 4e	1060 rpm
	doortrekken in 4e versn. tot:	4040 rpm	(111 km/u)	Toerenval naar 5e	800 rpm

Is maximale acceleratie gewenst, dan is het aan te raden dóór te trekken tot bijna aan de 'redline'. Dat is tóch sneller dan weer oppakken vanaf max. koppel toerental.





Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



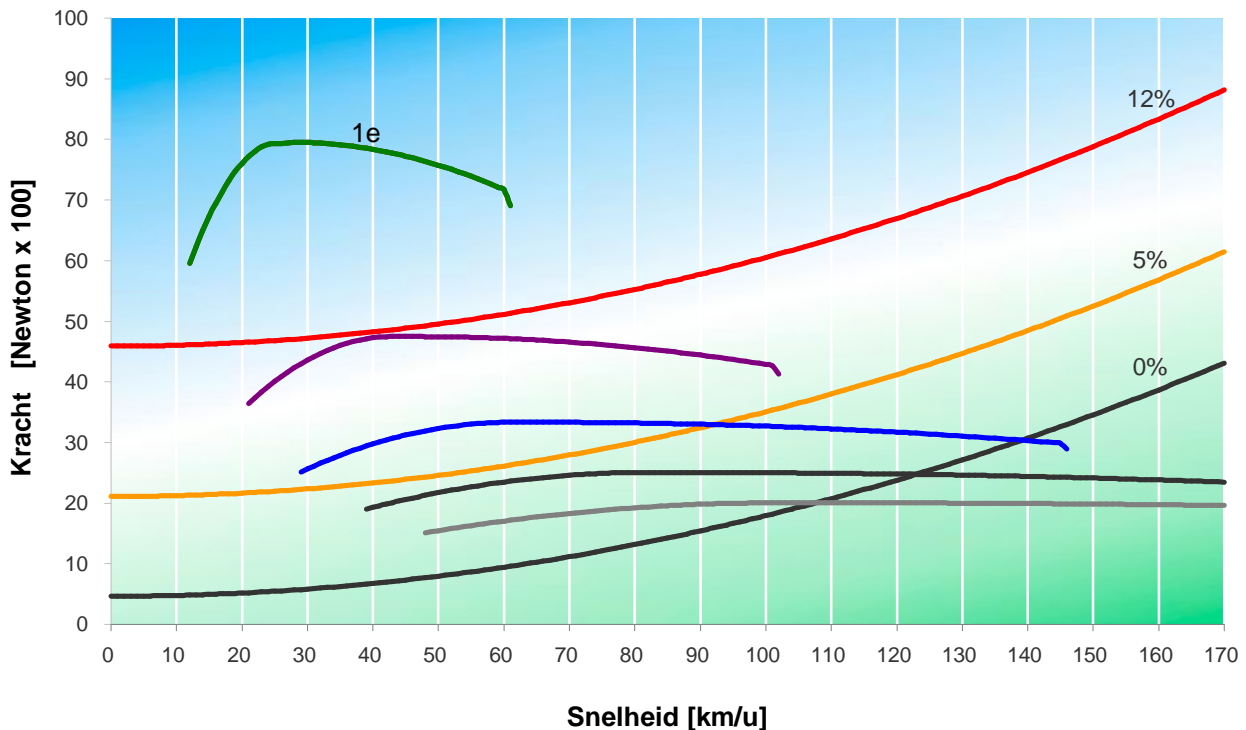
Conclusie rijden in de bergen (Let op: percentages zijn absolute maxima en DUS niet aan te raden)

Het wegrijden vanaf stilstand op een helling kan soms een crime zijn. Het is dan ook verstandig niet stil te vallen en zo veel mogelijk te blijven rijden met een gunstig toerental. Bij deze Subaru is dat vanaf 3200 rpm en dat komt overeen met 27 km/u in de eerste versnelling. De helling die vanaf die snelheid nog net bedwongen kan worden - op 1500 m hoogte - is 20% en dat waarden we als 'redelijk tot goed'. De snelheid daarbij kan in feite niet laag genoeg zijn en die beschouwen we dan ook als 'redelijk tot goed'. Zakt de snelheid onverhoopt tot ca. 15 km/u dan is oppakken waarschijnlijk nog net mogelijk vanaf 17% op 1500 m hoogte en 15% op 2500 m hoogte. De kwalificatie daarvoor typeren we als 'gematigd' resp. 'zeer matig'.

Wanneer een afdalende tegenligger het u moeilijk maakt e/o de weg te smal is kan deze combinatie op 1500 m hoogte naar verwachting nog net weggkomen - mits er voldoende grip is - op een helling van zo'n 14,5% (in 'laag'). Op 2500 m wordt dat (iets) lastiger: 12,5%. We waarden dit als 'redelijk' resp. 'gematigd'. De meeste (...) op doorgaande wegen gelegen bergpassen zullen zelden de 12% te boven gaan. Als referentie is het handig om te weten dat deze combinatie op 12% 61 km/u haalt (plankgas) in de 1e versnelling.

In bovenstaande conclusie is alleen bij het wegrijden vanuit stilstand rekening gehouden met de tussenbak waarover de Forester beschikt. Bij de meeste fourwheeldrives n.l. mag 'laag' alleen in los terrein gebruikt worden. Indien dat het geval is kan de lage gearing meestal wel kortstondig worden gebruikt als de wielen recht staan. Bij deze Subaru is laag onder alle omstandigheden inzetbaar.

Prestatie- en trekkrachtgrafiek



legenda

De drie naar rechts omhoog lopende % lijnen

- 12% helling op 1000 m
- 5% helling op 500 m
- vlakke weg op 0 m

Prestatiecurves boven de % lijnen? Prima!

- 1e versn.
- 2e versn.
- 3e versn.
- 4e versn.
- 5e versn.



Subaru Forester 2.0 X met Dethleffs caravan



Prestatie- en trekkrachtgrafiek

Op voorgaande 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. 1400 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

merk en model trekauto		Subaru Forester 2.0 X	
modeljaar	2006	caravan	Dethleffs Beduin 540 DB
type motor	benzine	breedte caravan	2,3 m
max. vermogen	116 kW [158 pk]	hoogte caravan	2,59 m
bij toerental	6400 rpm	gewicht beladen caravan	1370 kg
max. koppel	186 Nm	maximum gewicht caravan	1500 kg
bij toerental vanaf	3200 rpm	verh. beladen caravan / auto	80%
tot . . .	3200 rpm		
bandenmaat	215 / 60 x 16	kenteken- / leeggewicht auto	1470 kg
		belading (incl. trekhaak e.d.)	250 kg
overbrenging 1e versn.	3,454	max. autogewicht (GVW)	1880 kg
overbrenging 2e versn.	2,062	auto te zwaar?	nee
overbrenging 3e versn.	1,448	max. toegestaan trekgewicht	1500 kg
overbrenging 4e versn.	1,088	trekgewicht te hoog?	nee
overbrenging 5e versn.	0,871		
eindoverbrenging	4,111	treingewicht	3090 kg
		* max. treingewicht (GTW)	3380 kg
terreinreductie (lage gearing)	1,447	treingewicht te hoog?	nee
reductie hoge gearing	nee of 1:1	en bij max. trekgewicht?	nee
type versnelling	handgeschakeld MT	* (op typeplaatje auto)	

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? $1550 \times 60 / 1000 = 93 \text{ km/u}$. 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.
22	36	52	68	85 km/u

U kunt met bovenstaande cijfertjes heel makkelijk uitrekenen hoeveel toeren de motor maakt bij een bepaalde snelheid. Hou altijd in het oog dat deze auto maximale trekkracht levert vanaf 3200 rpm. U deelt de snelheid van uw keuze door een van bovengenoemde snelheden en vermenigvuldigd die met 2500.