



De BMW X3 3.0d als caravantrekker

- 1 -

Op basis van de technische gegevens van deze bij de Trekauto van het Jaar 2004 geselecteerde combinatie vindt u hieronder een (theoretische) berekening van de trekkracht-prestaties van de BMW X3 3.0d. Aangezien van bepaalde algemene aannames wordt uitgegaan zijn verschillen met de praktijk altijd mogelijk. Zie de toelichting op:

www.caravantrekker.nl

De combinatie

De BMW X3 3.0d heeft een beladen gewicht van 2107 kg. Daarmee bent u van plan een Eriba Moving 545 met een beladen gewicht van 1580 kg te trekken. Het totaal treingewicht komt daarmee op 3687 kg. Het wettelijk toegestaan maximaal treingewicht van de auto is 2000 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 75%.

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

Algemene conclusie

Onze conclusie voor deze trekauto is dat de Eriba Moving 545 vanwege bovengenoemd overwicht - nuttig onder kritische omstandigheden - er prima bij past en dat de motorische eigenschappen voor uitstekende prestaties zorgen. De combinatie blinkt naar verwachting uit op alle onderdelen!! ▲ prestaties in bergachtig gebied. ▲ prestaties op de vlakke weg.

De **trekkersscore** (zie de toelichting op 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...

sneldheidsbereik	solo	combinatie	typering	acceleratie
0 - 80 km/u	6,0 s.	11,0 s.		snel
0 - 100 km/u	8,3 s.	16,5 s.		snel
0 - 120 km/u	12,0 s.	26,9 s.		snel
70 - 90 km/u	2,0 s.	4,5 s.		snel
idem (6e versn.)	5,0 s.	15,3 s.		niet zo vlot
idem (5e versn.)	3,9 s.	10,3 s.		bedaald
idem (4e versn.)	2,9 s.	7,1 s.		pittig
idem (3e versn.)	2,0 s.	4,5 s.		snel
50 - 100 km/u	5,3 s.	11,2 s.		snel
idem (6e versn.)	14,0 s.	42,7 s.		traag
idem (5e versn.)	10,0 s.	26,4 s.		bedaald
idem (4e versn.)	7,3 s.	17,3 s.		redelijk vlot
idem (3e versn.)	5,2 s.	11,6 s.		snel
80 - 120 km/u	6,0 s.	15,9 s.		snel
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 niet het geval. (Zie de details op de volgende pagina)

Het vermogen bij 90 km is:

in de 4e versnelling	107 kW	(145 pk)
in de 5e versnelling	85 kW	(116 pk)
in de 6e versnelling	71 kW	(97 pk)

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

43 kW (58 pk)

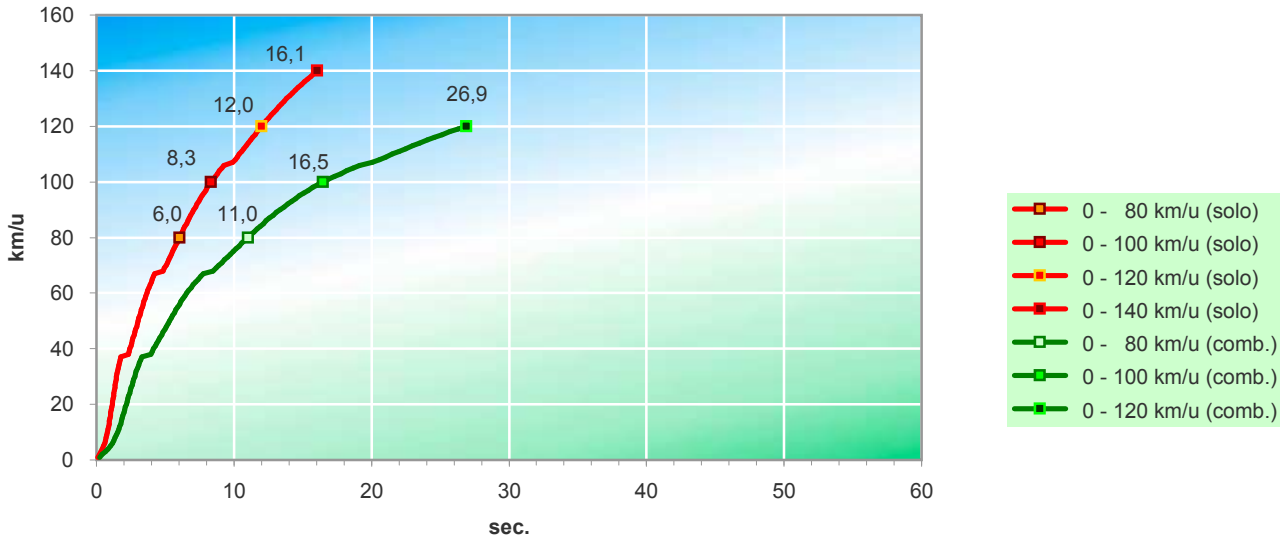
* de berekende acceleratiecijfers zijn indicatief, doch redelijk overeenkomend met de realiteit... Waarde hebben ze vooral ter beoordeling van het relatieve verschil t.o.v. de solo-waarden en t.o.v. andere berekeningen met andere combinaties resp. massa's.

De BMW X3 3.0d als caravantrekker

- 2 -



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:

	5e versn.	6e 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	ja
120 km/u	ja	ja
130 km/u	ja	nee

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

	4e versn.	5e versn.	6e versn.
70 km/u	ja	ja	ja
80 km/u	ja	ja	ja
90 km/u	ja	ja	ja
100 km/u	ja	ja	ja
110 km/u	ja	ja	nee
120 km/u	ja	soms	nee
130 km/u	soms	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 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...

	windstil	windkracht 3	windkracht 5	rugwind kracht 2	
Topsnelheid in de 3e versnelling	106 *	106 *	106 *	106 *	km/u
Topsnelheid in de 4e versnelling	140	133	123	144	km/u
Topsnelheid in de 5e versnelling	143	127	108	151	km/u
Topsnelheid in de 6e versnelling	128	112	93	137	km/u

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



De BMW X3 3.0d als caravantrekker

- 3 -

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 de achterkant van de auto schuiner is. Wat betekent dat nu allemaal?

De Eriba Moving 545 heeft een met 'matig' aangeduide stroomlijn. De breedte is 2,4 meter en de hoogte is 2,62 m. In combinatie met de BMW X3 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 caravan?

opgegeven breedte van 2,4 mtr. voor de Eriba Moving 545 en een stroomlijn getypeerd als:	matig	zeer goed	slecht	gemiddeld	
Topsnelheid in de 3e versnelling	106 *	106 *	106 *	106 *	km/u
Topsnelheid in de 4e versnelling	140	145	138	142	km/u
Topsnelheid in de 5e versnelling	143	155	139	147	km/u
Topsnelheid in de 6e versnelling	128	141	124	131	km/u

* ca. maximum toerental

afwijkende caravanbreedte (2,5 meter) en een stroomlijn getypeerd als:

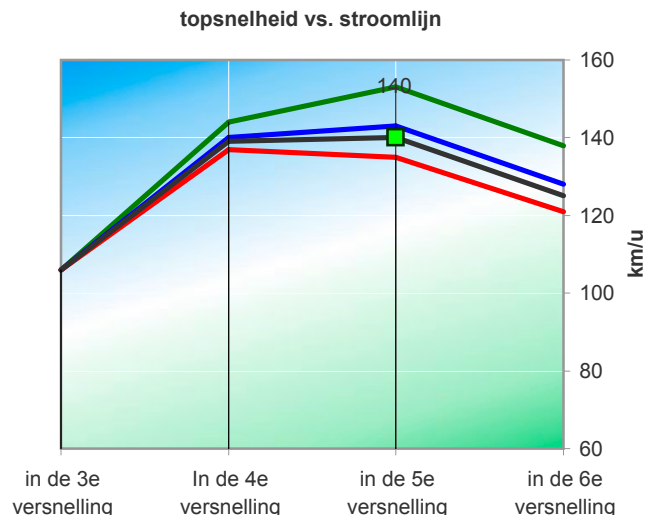
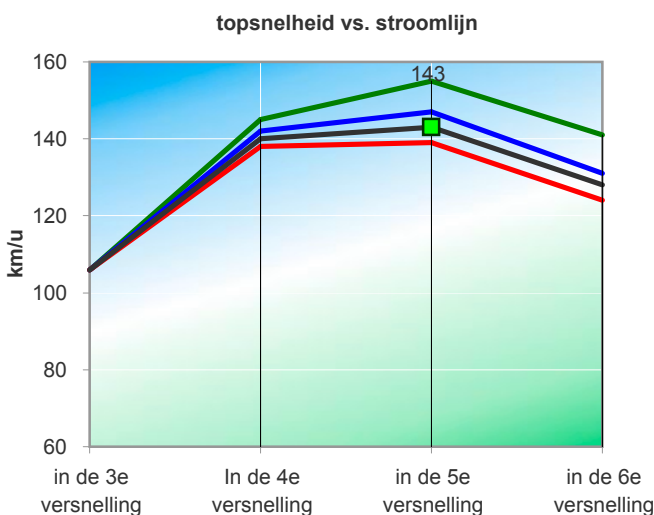
	matig	zeer goed	slecht	gemiddeld	
Topsnelheid in de 3e versnelling	106 *	106 *	106 *	106 *	km/u
Topsnelheid in de 4e versnelling	139	144	137	140	km/u
Topsnelheid in de 5e versnelling	140	153	135	143	km/u
Topsnelheid in de 6e versnelling	125	138	121	128	km/u

(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 4e versnelling van 3 km/u, in de 5e versnelling van 7 km/u en in de 6e versnelling van 7 km/u.**

de voorgaande twee tabellen weergegeven in grafiekvorm



gebaseerd op de breedte (2,4 m) van de Eriba Moving 545...

de Eriba Moving 545 typeren we als een 'matig' gestroomlijnde caravan en wordt weergegeven met de zwarte lijn. Het groene markeringspunt is de hoogste snelheid.

legenda

-----	zeer goede stroomlijn
-----	gemiddelde stroomlijn
-----	slechte stroomlijn
-----	matige stroomlijn



De BMW X3 3.0d als caravantrekker

- 4 -

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 Eriba Moving 545 wordt hiernaast duidelijk.

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

snelheden zijn afgerond naar beneden

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

115 km/u in de 4e versn.
105 km/u in de 3e versn.
85 km/u in de 5e versn.
67 km/u in de 2e versn.

De BMW 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 9. 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 BMW X3 3.0d en Eriba Moving 545 krijgt voor souplesse bij tussenacceleraties het rapportcijfer 7,5. Toch één enkel samengevat cijfer voor de acceleratie? Dan wordt het een 8,5.

Acceleratiescore met als max. criterium 100 km/u	acceleratie	souplesse	totaal
9	7,5	8,5	

* 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 BMW trekt de Eriba Moving 545 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 9. Souplesse: 7,5 en gemiddelde totaalscore: 8,6. 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
9	7,5	8,6	

Top- en kruissnelheid. Gebruik versnellingen. Tegenwind

Ook de hoogste versnelling is onder normale (snelweg-)omstandigheden prima bruikbaar. Maar met forse tegenwind kan het nog best eens tegenvallen om (in België of Frankrijk...) de 100+ vast te houden.

De BMW X3 3.0d
als caravantrekker

- 5 -



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

In onderstaande berekening ziet u op welke hellingen de BMW X3 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. Omdat deze BMW 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'. Maar let op. Pas (of al) bij een snelheid van 13 km/u beschikt de X3 over maximale trekkracht.

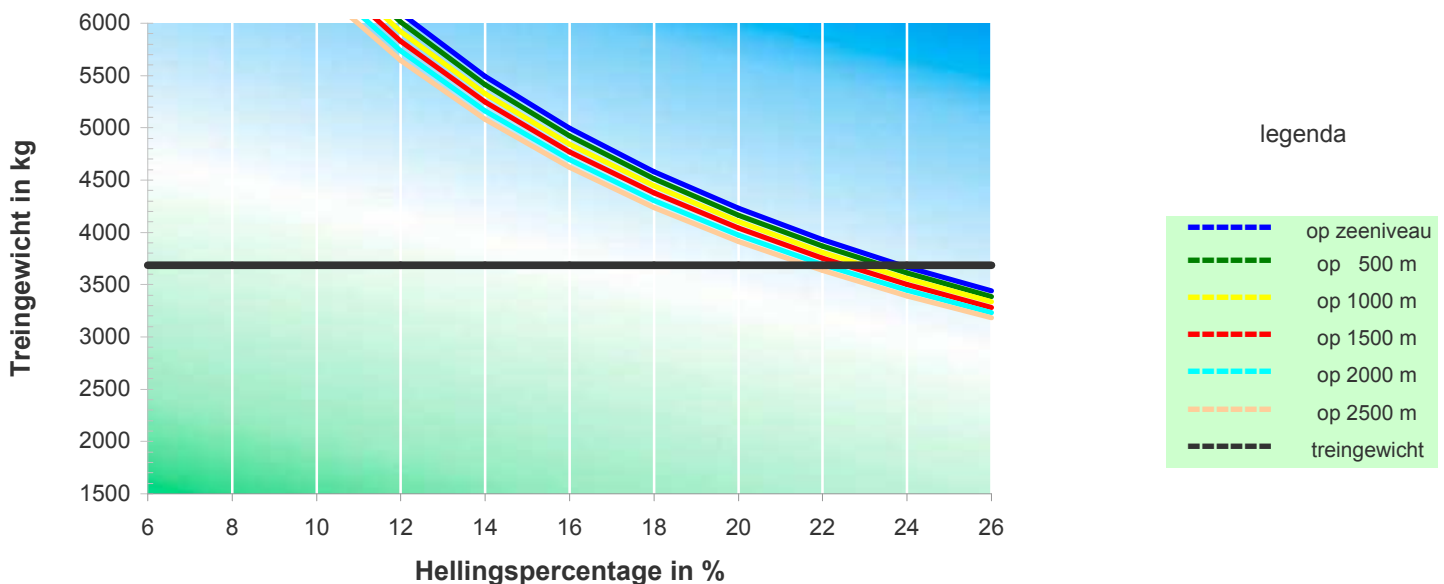
Op de hieronder vermelde hellingen kan er vanuit stilstand nog net weggereden worden uitgaande van het treingewicht van 3687 kg.

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

op 0 m hoogte	23,8%
op 500 m hoogte	23,4%
op 1000 m hoogte	22,9%
op 1500 m hoogte	22,5%
op 2000 m hoogte	22,0%
op 2500 m hoogte	21,6%

op 0 m hoogte	46,2%	22,5%
op 500 m hoogte	45,5%	22,2%
op 1000 m hoogte	44,8%	21,8%
op 1500 m hoogte	44,1%	21,5%
op 2000 m hoogte	43,4%	21,2%
op 2500 m hoogte	42,7%	20,8%

Rijdt u eenmaal ... (in de 1e versn.) minstens 13 km/u (1500 rpm) dan is een helling van maximaal 44,1% mogelijk. [Op 1500 m] In de 2e versnelling moet de snelheid minstens 24 km/u zijn op een helling van maximaal 23,5%.



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 BMW samen met de Eriba Moving 545 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.



De BMW X3 3.0d als caravantrekker

- 6 -

Koppel, trekkracht, draaimoment

Maximale trekkracht (koppel) is beschikbaar:

in de 1e versn. va. 13	tot ca.	27 km/u
in de 2e versn. va. 24	tot ca.	50 km/u
in de 3e versn. va. 37	tot ca.	78 km/u
in de 4e versn. va. 52	tot ca.	111 km/u
in de 5e versn. va. 65	tot ca.	140 km/u
in de 6e versn. va. 78	tot ca.	168 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 (410 Newtonmeter) - in elke versnelling - vanaf 1500 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 55% van die in de 1e versnelling
 de maximale trekkracht in de 3e versnelling is 35% van die in de 1e versnelling
 de maximale trekkracht in de 4e versnelling is 25% van die in de 1e versnelling
 de maximale trekkracht in de 5e versnelling is 20% van die in de 1e versnelling
 de maximale trekkracht in de 6e versnelling is 16% van die in de 1e versnelling

Conclusie rijden in de bergen

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 BMW is dat 1500 rpm en dat komt overeen met 13 km/u in de eerste versnelling. De helling die vanaf die snelheid nog net bedwongen kan worden - op 1500 m hoogte - is 44% en dat waardenen we als 'uitstekend'. De snelheid daarbij kan in feite niet laag genoeg zijn en die beschouwen we dan ook als 'uitstekend'. Zakt de snelheid onverhoopt tot ca. 15 km/u dan is oppakken nog net mogelijk vanaf 44% op 1500 m hoogte en 42% op 2500 m hoogte. De kwalificatie daarvoor typeren we als 'uitstekend' resp. 'uitstekend'. 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 weggelopen op een helling van zo'n 22,5%. Op 2500 m wordt dat (iets) lastiger: 21,5%. We waardenen dit als 'zeer goed' resp. 'zeer goed'. 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% 83 km/u haalt in de 3e versnelling.

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!

2e versn.	3e versn.	4e versn.	5e versn.	6e versn.
39	61	86	108	130 km/u

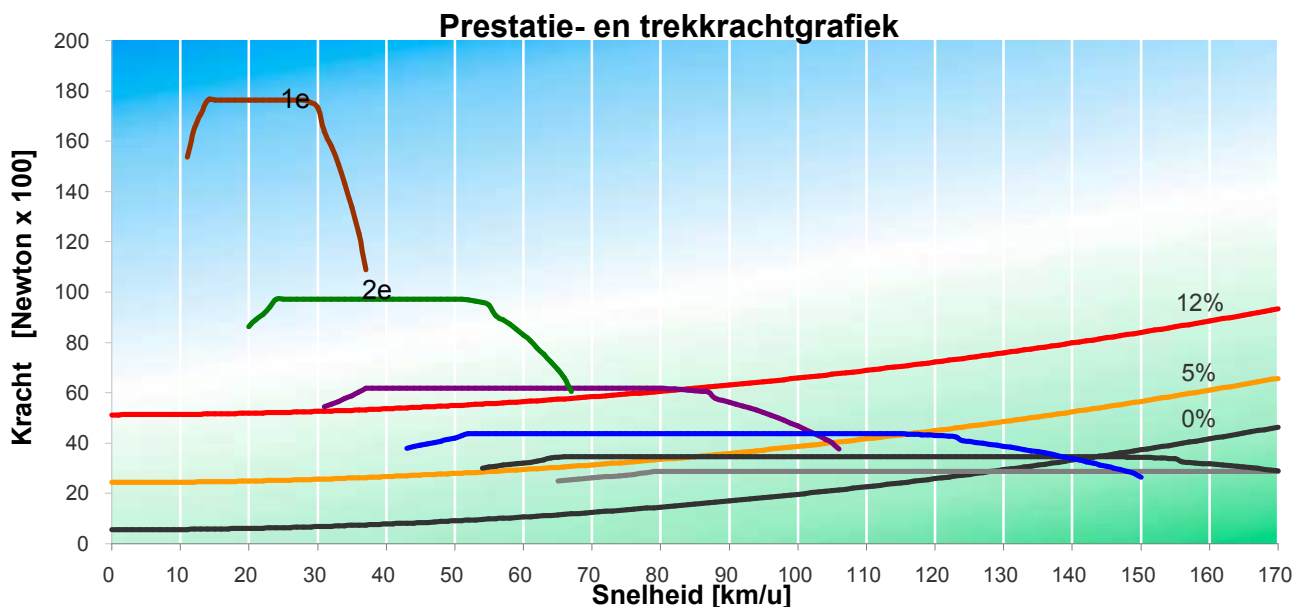
De BMW X3 3.0d als caravantrekker

- 7 -



Op deze pagina treft u de Prestatie- en trekkrachtgrafiek aan. Hieruit is veel af te leiden. Elke versnelling wordt weergegeven als een 'kromme'. De 1e is bruin, de 2e groen enz. Op de X-as wordt de bijbehorende snelheid aangegeven. De bogen (curven) beginnen bij ca. 1250 rpm. Daarna lopen ze op omdat de trekkracht toeneemt. Mogelijk is er een vlak stuk en dan dalen ze weer. De curven stoppen abrupt wanneer het max. toerental is bereikt. Er moet doorgeschakeld worden, als je wilt of kunt versnellen tenminste... Of 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!!

legenda	De drie naar rechts omhoog lopende % lijnen		Prestatiecurves boven de % lijnen? Prima!			
	---	12% helling op 1000 m	---	1e versn.	---	4e versn.
	---	5% helling op 500 m	---	2e versn.	---	5e versn.
	---	vlakke weg op 0 m	---	3e versn.	---	6e versn.



Bij de berekeningen toegepaste technische gegevens.....
Bent u het er niet mee eens? Graag uw reactie naar:

info@caravantrekker.nl

merk en model trekauto	
modeljaar	2004
type motor	turbodiesel
max. vermogen	150 kW [204 pk]
bij toerental	4000 rpm
max. koppel	410 Nm
bij toerental vanaf	1500 rpm
tot . . .	3250 rpm
bandenmaat	235 / 55 x 17
overbrenging 1e versn.	5,080
overbrenging 2e versn.	2,800
overbrenging 3e versn.	1,780
overbrenging 4e versn.	1,260
overbrenging 5e versn.	1,000
overbrenging 6e versn.	0,830
eindoverbrenging	2,930
terreinreductie (lage gearing)	nee
reductie hoge gearing	nee of 1:1
type versnelling	handgeschakeld

BMW X3 3.0d	
caravan	Eriba Moving 545
breedte caravan	2,4 m
hoogte caravan	2,62 m
gewicht beladen caravan	1580 kg
maximum gewicht caravan	1700 kg
verhouding caravan / auto	75%
(kenteken-) / leeggewicht auto	1925/1857 kg
belading (incl. trekhaak e.d.)	250 kg
max. autogewicht (GVW)	2350 kg
auto te zwaar?	nee
max. toegestaan trekgewicht	2000 kg
trekgewicht te hoog?	nee
treingewicht	3687 kg
* max. treingewicht (GTW)	geen opgave
treingewicht te hoog?	onbekend (g.o.)
* (op typeplaatje auto)	

